

ISSN 2236-0476

TAXA FOTOSSINTÉTICA DE PLANTAS DE VIME CULTIVADAS EM SOLO CONTAMINADO POR CÁDMIO

Eduardo da Silva Daniel⁽¹⁾⁽³⁾, Myrcia Minatti⁽¹⁾⁽⁴⁾, David José Miquelluti⁽¹⁾⁽⁵⁾, Mari Lucia Campos⁽¹⁾⁽⁶⁾ e Vitor Paulo Vargas⁽²⁾⁽⁷⁾.

⁽¹⁾Centro de Ciências Agroveterinárias - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages - Santa Catarina.

⁽²⁾Instituto Agronômico, Campinas – São Paulo.

⁽³⁾Email: edudaniel@hotmail.com ⁽⁴⁾Email: myrciaminatti@gmail.com ⁽⁵⁾Email: dmiquell@gmail.com ⁽⁶⁾Email: mari.lucia03@gmail.com ⁽⁷⁾Email: vitorpvargas@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A produção de vime caracteriza-se por ser uma importante fonte de renda para pequenos agricultores do Planalto Sul Catarinense. O número de famílias envolvidas na atividade oscila entre 1.200 e 1.500, ocorrendo variações em decorrência das flutuações do mercado. A área média cultivada por família é de um hectare, com produtividade média anual de 15 t ha⁻¹ de ramos verdes (EPAGRI, 2006).

Várias espécies da família *Salicaceae* são utilizadas na produção de vime. Além das características morfológicas que favorecem o seu uso na atividade, as salicáceas apresentam alta produção de massa, sistema radicular agressivo e abrangente (SUTILI et al., 2004) e ampla distribuição em ambientes bem diversificados, o que permite que o vime seja uma espécie com uma variada possibilidade de utilização. A sobrevivência em ambientes com diferentes níveis nutricionais e também que contenham substâncias tóxicas a maioria das plantas é uma das características que fortalece as respostas encontradas em estudos onde plantas deste gênero são utilizadas para absorver e acumular elementos tóxicos.

Apesar de tolerarem altos níveis de cádmio no solo, as salicáceas estão sujeitas à toxicidade associada a este contaminante. Quando a concentração nos tecidos se torna demasiada, as plantas sofrem danos no sistema radicular e lesões nas folhas (cloroses e necroses) (KABATA-PENDIAS et al., 1984). Estas irregularidades, associadas à redução da condutância estomática (BARCELÓ et al., 1990) e às alterações no transporte e uso de macronutrientes como cálcio, fósforo, potássio (DAS et al., 1997) e enxofre (JIANG et al., 2005), bem como da água (DAS et al., 1997) e de alguns micronutrientes (KABATA-PENDIAS et al., 2000) inibem a atividade fotossintética das plantas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento de plantas de vime da espécie *Salix viminalis* quanto à taxa fotossintética apresentada pelas folhas, quando cultivadas em um Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico contaminado com cádmio, através da análise da variação da assimilação de CO₂ das folhas, fazendo uso de um analisador de gases por infravermelho (IRGA).

MATERIAIS E MÉTODOS

ISSN 2236-0476

O experimento foi instalado em maio de 2012 e conduzido em casa de vegetação localizada no CAV-UDESC em Lages, SC, sob condições de temperatura e umidade controladas. As unidades experimentais foram constituídas de vasos plásticos contendo 4,5 kg de solo da camada superficial (perfil de 0 a 20 cm) de um Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico, coletado em ambiente natural na comunidade de Pessegueiros, no município de Bocaina do Sul. As características químicas desse solo são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e argila do Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico, solo utilizado no experimento.

| Camada | pH em água | CTC pH 7,0 | V | Al ⁺³ | Ca | Mg | K | P | Argila | COT* |
|--------|------------|------------------------|-------|-----------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------------------------------|------|
| cm | | cmolc dm ⁻³ | % |cmolc dm ⁻³ | | |mgdm ⁻³ | |gkg ⁻¹ | |
| 0-20 | 5,5 | 12,47 | 55,86 | 0,00 | 6,30 | 0,54 | 49 | 2,30 | 260 | 29 |

*Carbono orgânico total

O solo foi contaminado com doses crescentes de cádmio, com a finalidade de se observarem os efeitos da aplicação de diferentes quantidades do metal na taxa fotossintética de folhas de plantas de *Salix viminalis*. Tais doses constituíram os tratamentos, nos valores de 0, 10, 50, 100 e 200 mgkg⁻¹ de cádmio no solo, arranjados de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A contaminação do solo ocorreu após a secagem e tamisagem do solo em peneira de 2 mm utilizando solução de nitrato de cádmio (Cd(NO₃)₂). O solo, depois de contaminado, foi mantido incubado por 45 dias com umidade na capacidade de campo em casa de vegetação para a estabilização das condições químicas. Em seguida, cada unidade experimental recebeu 4 estacas de 10 cm de comprimento, de diferentes diâmetros, de plantas de *Salix viminalis*, coletadas de forma aleatória de ramos de plantas da estação experimental da EPAGRI de Lages, SC. Com as plantas em seu desenvolvimento a 180 dias do plantio, foram tomadas medidas de taxa fotossintética de folhas do terço médio de cada planta da unidade experimental, entre as 09h e 11h, utilizando sempre folhas expostas à radiação solar (não sombreada pelo dossel), com as avaliações sendo efetuadas em uma ou duas folhas por repetição. O equipamento utilizado para esta análise foi o analisador de gases por infravermelho LC-PRO SD, da ADC Bioscientific, Hertfordshire, R.U., (IRGA - Infra-Red Gas Analyser). Previamente às avaliações, o equipamento foi calibrado retirando-se o CO₂ e o vapor de água do ar circulante no aparelho com óxido de cálcio e drierite, respectivamente. O nível de entrada de CO₂ foi estabilizado com o auxílio de um recipiente com capacidade para 40 litros, e a luminosidade foi regulada para 500 μmol de fótons m⁻²s⁻¹ através de uma unidade emissora de luz acoplada à câmara foliar. Também foram mantidas constantes a temperatura da câmara, a 25°C e a umidade relativa, com pressão de vapor de 15 mb. Ao final, os valores de cádmio no solo e de taxa fotossintética quantificadas nas folhas foram submetidos a análise de regressão, a fim de determinar a equação que melhor se ajustasse aos dados obtidos.

ISSN 2236-0476

RESULTADOS E DISCUSSÃO

À medida que a dose de cádmio aplicada no solo aumentou, houve uma redução dos valores de assimilação de CO₂ pelas folhas de vime, numa faixa que variou de 10,70 μmol m⁻² s⁻¹ de CO₂ nas plantas cultivadas em solo não contaminado, até a 5,20 μmol m⁻² s⁻¹ de CO₂ naquelas cultivadas em solo contaminado com 200 mg kg⁻¹ de cádmio, em média, resultando em uma perda de 51% na assimilação de CO₂ pelas plantas (Figura 1).

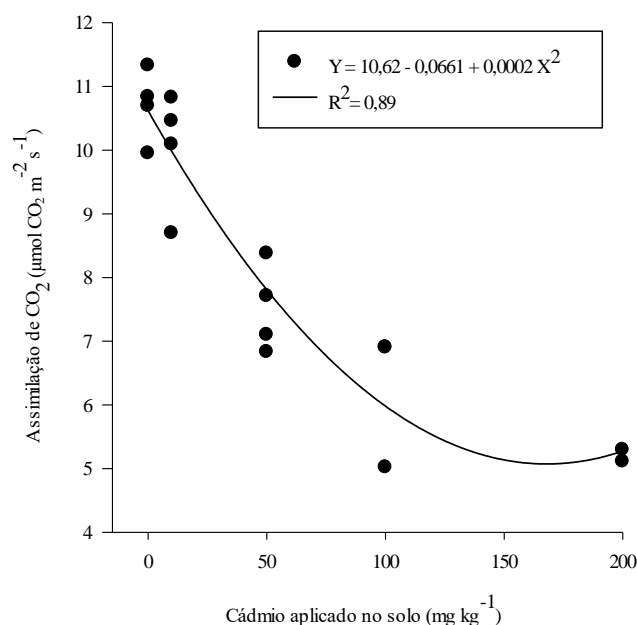


Figura 1. Assimilação de CO₂ em folhas de plantas de vime cultivadas em solo contaminado com cádmio.

Wang et al. (2012), estudando a resposta na acumulação de cádmio, crescimento, trocas gasosas e morfologia de raízes de plantas de *Salix jiangsuensis* cultivados em solo contaminado com cádmio e absorção de cádmio em ambientes com elevada concentração de CO₂, observou uma assimilação de 14 μmol m⁻² s⁻¹ de CO₂ pelas folhas de plantas de dois cultivares diferentes, quando o nível de cádmio no solo correspondia a 2,38 mg kg⁻¹. Essa taxa reflete um valor maior que o resultado obtido no presente trabalho (10,02 μmol m⁻² s⁻¹) para a primeira dose de cádmio aplicado no solo (10 mg kg⁻¹).

Vassilevet al. (2005), analisando a acumulação e tolerância de dois genótipos de *Salix viminalis* desenvolvidos em meio hidropônico contaminado com cádmio (doses de 0, 5, 10 e 15 μM), identificou a diminuição da assimilação de CO₂ pelas folhas desses genótipos a partir da dose de 5 μM de cádmio. Esse valor correspondeu a 75% da assimilação de CO₂ pelas plantas cultivadas em meio não contaminado, ao 14º dia de condução do experimento, para a dose de 15 μM de cádmio. Este fato evidencia que existe uma perda gradual na

ISSN 2236-0476

assimilação de CO₂ de plantas cultivadas em meio contaminado com cádmio, relacionada à concentração do metal no ambiente de cultivo.

Vários são os relatos de inibição da atividade fotossintética causada pelo cádmio. Esta redução da fotossíntese pode ser devida a inibição da cadeia de transporte de elétrons do cloroplasto (KURDZIEL et al., 2004), inibição de enzimas do ciclo de Calvin (KURDZIEL et al., 2004; LOSCH, 2004) ou simplesmente devido à redução da concentração de clorofila (KURDZIEL et al., 2004; KUPPER et al., 2007). Altos níveis deste metal estão associados com a má formação do cloroplasto devido ao empilhamento anormal dos *grana*, redução do número e do tamanho do *grana*, e à dilatação da membrana do tilacóide (DEVI et al., 2004; KURDZIEL et al., 2004). O cádmio também altera a quantidade específica do fosfatidilglicerol, que é um componente responsável pela oligomerização do complexo clorofila-proteína (DEVI et al., 2004). Outra implicação do cádmio é a redução da condutância estomática (BARCELÓ et al., 1990), que acaba diminuindo a entrada de CO₂ através dos estômatos das folhas e, conseqüentemente, a taxa fotossintética das plantas.

CONCLUSÃO

A assimilação de CO₂ por folhas de plantas de *Salix viminalis* correlaciona-se negativamente com os valores de cádmio total presentes no solo em que são cultivadas.

A taxa fotossintética de plantas de *Salix viminalis* apresenta decréscimo nos valores absolutos à medida que aumenta a concentração de cádmio total no solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro a este projeto e aos colaboradores que agregaram conhecimentos e esforços à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Plant water relations as affected by heavy metal stress: a review. **Journal of Plant Nutrition**, Londres, n.13, p.1-37, 1990.
- DAS, P.; SAMANTARAY, S.; ROUT, G.R. Studies on cadmium toxicity in plants: a review. **Environmental Pollution**, v.98, p.29-36, 1997.
- DEVI, S.R.; PRASAD, M.N.V. Membrane lipid alterations in heavy metal exposed plants. In: PRASAD, M.N.V. (Ed.). **Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems**. 2ª ed. Springer:Hyderabad, 2004. p.127-145.
- EPAGRI. **Sistema para a produção de vime**. EPAGRI: Florianópolis, 2006. 40 p. (EPAGRI - Sistemas de Produção, n° 44).
- JIANG, R.F.; MA, D.Y.; ZHAO, F.J.; McGRATH, S.P. Cadmium hyperaccumulation protects *Thlaspi caerulescens* from leaf feeding damage by thrips (*Frankliniella occidentalis*). **New Phytologist**, Lancaster, v.167, p.805-814, 2005.

ISSN 2236-0476

KABATA-PENDIAS, A. Soil-plant transfer of trace elements – an environmental issue. **Geoderma**, Pulawy, v.122, p.143-149, 2004.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace Elements in Soils and Plants**. In: Elements of Group II. CRC: Boca Raton, 1984. 315 p.

KUPPER H.; MIJOVILOVICH, A.; MEYERKLAUCKE, W.; KRONECK, M.H. Tissue and age-dependent differences in the complexation of cadmium and zinc in the cadmium/zinc hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* (Ganges Ecotype) revealed by X ray absorption spectroscopy. **Plant Physiology**, Hunt Valley, v.134, 748-757, 2004.

KURDZIEL, B.M.; PRASAD, M.N.V.; STRZALKA, K. Photosynthesis in heavy metal stressed plants. In: PRASAD, M.N.V. **Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems**. 2^a ed. Springer: Hyderabad, 2004. p.146-181.

LOSCH, R. Plant mitochondrial respiration under the influence of heavy metals. In: PRASAD, M.N.V. (Ed.). **Heavy metal stress in plants: From biomolecules to ecosystems**. 2^aed. Springer: Hyderabad, 2004. p.182-200.

SUTILI, F.J. et al. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e Vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de cursos d'água. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p.13-20, 2004.

VASSILEV, A. Cadmium Accumulation and Tolerance of Two *Salix* Genotypes Hydroponically Grown in Presence of Cadmium. **Journal of Plant Nutrition**, Londres, v.28, p.1–19, 2005.

WANG, R. Growth, gas exchange, root morphology and cadmium uptake responses of poplars and willows grown on cadmium-contaminated soil to elevated CO₂. **Environmental Earth Sciences**, Neu-Isenburg, v.67, p.1–13, 2012.