

## VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE PIGMENTOS CLOROPLASTÍDICOS NA FAMÍLIA FABACEAE SUBMETIDA A METAIS-PESADOS

Saúde, Segurança e Meio Ambiente

Antonio Rodrigues da Cunha Neto<sup>1</sup>

Alexandra dos Santos Ambrósio<sup>2</sup>

Kamilla Pacheco Govêa<sup>3</sup>

Marília Carvalho<sup>4</sup>

Sandro Barbosa<sup>5</sup>

### *Resumo*

A família Fabaceae é composta por aproximadamente 19.000 espécies distribuídas em 695 gêneros. Esta família é formada por árvores, arbustos, lianas e ervas e tem distribuição cosmopolita. Plantas sensíveis à contaminação por metais pesados exibem sintomas de toxicidade, indicando a presença desses elementos no ambiente podendo reduzir os níveis de clorofila e carotenoides devido à inativação das enzimas responsáveis pela biossíntese desses pigmentos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração do conteúdo de pigmentos cloroplastídicos na família Fabaceae submetida a metais pesados por meio da técnica de meta-análise. Os estudos foram obtidos através de uma pesquisa bibliográfica sistemática e utilizando a diferença média padronizada (d) foi obtido o tamanho do efeito dos metais sobre os pigmentos cloroplastídicos (clorofila a, clorofila b e carotenoides) da família Fabaceae. Para isso, foi utilizado o pacote Metafor no programa estatístico R (R Development Core Team 2012). Mesmo os metais não interferiram nos parâmetros analisados nesta família, a simples presença de chumbo ou alumínio poderia reduzir parâmetros fisiológicos devido à perda de proteínas complexas, centros de reação fechados e a ineficiência em transferir elétrons, o que reduz a têmpera fotoquímica. Para as espécies de Fabaceae estressadas por metais pesados, não ocorre alteração no conteúdo dos pigmento cloroplastídicos.

Palavras-chave: Alumínio; Chumbo; Clorofila; Carotenoide; Meta-análise

<sup>1</sup>Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Lavras, antoniorodrigues.biologia@gmail.com.

<sup>2</sup>Mestranda em Ciências Ambientais; Universidade Federal de Alfenas, alexandra\_dsa@hotmail.com.

<sup>3</sup>Doutoranda em Ciências Ambientais; Universidade Federal de Alfenas, kaamilla.pacheco@hotmail.com.

<sup>4</sup>Doutora em Fisiologia Vegetal; Universidade Federal de Alfenas, lyllacarvalho@gmail.com.

<sup>5</sup> Professor Doutor; Universidade Federal de Alfenas, sandrobiogen@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

A família Fabaceae, pertence à ordem Fabales, classe Magnoliopsida e divisão Magnoliophyta. É composta por aproximadamente 19.000 espécies distribuídas em 695 gêneros. Esta família é formada por árvores, arbustos, lianas e ervas e tem distribuição cosmopolita. O Brasil apresenta cerca de 2827 espécies distribuídas em 222 gêneros, sendo que 1524 espécies e 16 gêneros são endêmicos (Pereira et al., 2019).

Os metais pesados são classificados como elementos químicos com densidade superior a 5 g.cm<sup>-3</sup>, associados a problemas de poluição, mas ocorrem naturalmente na Terra e são liberados durante o processo de erosão, vulcanismo e outros desastres naturais (Ozyigit et al 2016). As atividades industriais e de mineração comumente aumentam a liberação de metais pesados através de seus efluentes, que também contêm produtos químicos e outros poluentes. A destruição da cobertura vegetal e a degradação do solo são consequências da lixiviação desses metais, que é a principal rota de contaminação de mananciais, rios e lençóis freáticos (Li et al. 2018).

Plantas sensíveis à contaminação por metais pesados exibem sintomas de toxicidade, indicando a presença desses elementos no ambiente. A fotossíntese de plantas expostas à contaminação por metais pesados também é comprometida, uma vez que esses elementos podem reduzir os níveis de clorofila e carotenoides devido à inativação das enzimas responsáveis pela biossíntese desses pigmentos (Marques et al. 2018).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração do conteúdo de pigmentos cloroplásticos na família Fabaceae submetida a metais pesados por meio da técnica de meta-análise.

## METODOLOGIA

Os estudos de caso foram obtidos através de uma pesquisa bibliográfica sistemática, das bases de dados "Web of Science" e "Periódicos Capes", utilizando os seguintes tópicos como palavras-chave: "heavy metal", "aluminum and chloroplast

pigments", "lead and chloroplast pigments", além disso, também selecionamos dissertações e teses.

Foram selecionados estudos que reportaram valores de média e desvio padrão das seguintes variáveis resposta: clorofila a, clorofila b e carotenoides sob diferentes concentrações experimentais de Al e Pb em plantas da família Fabaceae. Foram excluídos artigos que não estudaram esses metais e aqueles que não incluíram o desvio padrão.

O tamanho do efeito foi calculado para cada caso estudado como a diferença média padronizada e a variância da média padronizada.

O valor negativo da média padronizada significa que o Al promoveu aumento na atividade do parâmetro analisado em relação ao controle e valores positivos significam que o metal analisado reduziu a atividade em relação ao controle.

O tamanho global do efeito foi calculado usando modelos de efeitos aleatórios para cada variável resposta. Esses modelos foram utilizados porque atribuem a distribuição do tamanho do efeito às diferenças reais entre os casos e não assumem que o erro de amostragem é a única fonte de diferenças entre eles. Um teste Z foi realizado com um intervalo de confiança de 95% e os valores máximo e mínimo foram calculados para determinar se o tamanho do efeito diferia de uma distribuição normal (Gurevitch et al. 2018).

Além disso, a heterogeneidade foi avaliada para identificar moderadores que explicariam as diferenças potenciais entre os casos. Os pressupostos do modelo e o viés de publicação foram verificados usando uma variedade de métodos (QQ normal, gráfico de influência, gráfico de funil, teste de simetria e número de segurança) e o pacote metafor no ambiente R (R Development Core Team 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma das maiores famílias botânicas é a Fabaceae, que possui uma ampla distribuição geográfica e é a terceira maior família de plantas terrestres em número de espécies. É a segunda maior família economicamente importante de angiospermas e inclui muitas plantas de importância alimentar. Além disso, possui muitas taxa de grande

potencial ornamental, é comumente plantada em áreas urbanas e, por isso, sofre contaminação por metais pesados (Marques et al. 2018).

Pereira e colaboradores (2019), ao estudarem o uso dessa família no reflorestamento de áreas contaminadas, concluíram que os metais no solo estavam em concentrações acima dos valores seguros estabelecidos pela legislação e que as plantas estabelecidas no sítio contaminado eram tolerantes.

Mesmo os metais não interferiram nos parâmetros analisados nesta família, a simples presença de chumbo ou alumínio poderia reduzir a eficiência quântica máxima do fotossistema II devido à perda de proteínas complexas, centros de reação fechados e a falta da capacidade de transferir elétrons, o que reduz a têmpera fotoquímica. A presença de metais pesados reduz a absorção de luz, o que conseqüentemente reduz a excitação dos centros de reação. Como conseqüência, as plantas absorvem mais água para realizar a fotólise, compensando a perda de elétrons. Os metais também danificam o complexo citocromo b6/f, que é responsável pela conexão entre os fotossistemas, reduzindo assim a quantidade de prótons  $H^+$  e conseqüentemente reduzindo a formação de ATP (Elkhouni et al. 2018).

## CONCLUSÕES ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as espécies de Fabaceae estressadas por metais pesados, não ocorre alteração no conteúdo dos pigmento cloroplastídicos. Os possíveis efeitos negativos que os metais pesados causam já são conhecidos e há poucos resultados na literatura que descrevem um efeito benéfico da exposição a esses metais. No entanto, foi possível verificar através dos casos que dependendo do metal e parâmetro avaliado pode não haver efeito tóxico ou dano à planta.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho

Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

ELKHOUNI A, RABHI M, IVANOV AG, KROL M, ZORRIG W, SMAOUI A, ABDELLY C, HUNER NPA. Structural and functional integrity of *Sulla carnos*a photosynthetic apparatus under iron deficiency conditions. **Plant Biology** 20:415-425, 2018.

GUREVITCH J, KORICHEVA J, NAKAGAWA S, STEWART G. Meta-analysis and the science of research synthesis. **Nature**, 555:175-182, 2018.

LI Y, DU W, ZHANG Z, ZHANG L, CHEN Z, HOU W, XU S, JIANG L, YU N. Effects of Complex Pollution of Pb and B[a]P on the Growth and Physiological and Biochemical Indexes of Ryegrass. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 101:86-91, 2018.

MARQUES DM, SILVA AB, MANTOVANI JR, PEREIRA DS, SOUZA TC. Growth and physiological responses of tree species (*Hymenaea courbaril* L., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. and *Myroxylon peruiferum* L. F.) exposed to different copper concentrations in the soil. **Revista Arvore** 42:1-11, 2018.

OZYIGIT II, DOGAN I, IGDELIOGLU S, FILIZ E, KARADENIZ S, UZUNOVA Z. Screening of damage induced by lead (Pb) in rye (*Secale cereale* L.) – a genetic and physiological approach. **Biotechnology & Biotechnological Equipment** 30:1 – 8, 2016.

PEREIRA R, SOUZA EB, FONTENELLE ROS, VASCONCELOS MA, SANTOS HS, TEIXEIRA EH. Diversidade estrutural e potencial biológico dos metabólitos secundários de espécies do gênero *Myroxylon* L.f. (Fabaceae): uma revisão da literature. **Hoehnea**, 46:1 – 11, 2019.