

## EFEITO DO CHUMBO SOBRE A FISILOGIA DE PLANTAS

Saúde, Segurança e Meio Ambiente

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

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

Marília Carvalho<sup>3</sup>

Sandro Barbosa<sup>4</sup>

Marina Wolowski<sup>5</sup>

### Resumo

O chumbo é um metal pesado que está presente como resultado de atividades antrópicas e causa contaminação do solo e, conseqüentemente, gera efeitos de poluição em produtores como plantas devido a exposição a esse metal. O objetivo deste trabalho foi utilizar as técnicas de meta-análise para avaliar o efeito do chumbo na fisiologia das plantas. Os estudos foram obtidos através de uma pesquisa bibliográfica sistemática e utilizando a diferença media padronizada (d) foi obtido o tamanho do efeito do chumbo sobre a fotossíntese, a eficiência quântica máxima do fotossistema II e os pigmentos plastidiais (clorofila a, clorofila b e carotenóides), para isso, foi utilizado o pacote metafor no ambiente R (R Development Core Team 2012). Os resultados mostram que o chumbo reduz a fotossíntese, a eficiência quântica máxima do fotossistema II e a clorofila b, entretanto, não reduziu o conteúdo de clorofila a e carotenóides. Dentro da revisão bibliográfica sistemática, os principais autores discutem que a taxa fotossintética é reduzida porque a organização do cloroplasto quebra, inibindo a síntese de plastoquinona e clorofila. Este metal pesado também reduz o conteúdo de clorofila inibindo a síntese e atividade de enzimas. Portanto, nossos resultados confirmam que o chumbo é tóxicos para a fisiologia das plantas, afetando principalmente a eficiência do sistema fotossintético e o teor de plastídios.

Palavras-chave: Metal-Pesado; Fotossíntese; Clorofila; Carotenoide; Fotossistema

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

<sup>4</sup>Professor Doutor; Universidade Federal de Alfenas, sandrobiogen@gmail.com.

<sup>5</sup>Professora Doutora; Universidade Federal de Alfenas, marina.wolowski@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Os metais pesados são classificados como elementos químicos com densidade superior a  $5 \text{ g.cm}^{-3}$  e podem estar associados a problemas de poluição (Ozyigit et al 2016).

A destruição da cobertura vegetal e a degradação do solo são conseqüências da lixiviação desses metais, que é a principal rota de contaminação de mananciais, rios e lençóis freáticos. Plantas sensíveis à contaminação por metais pesados exibem sintomas de toxicidade, indicando a presença desses elementos no ambiente (He et al. 2018).

O chumbo (Pb) é um dos principais poluentes, pois é um metal potencialmente tóxico e se acumula por muitos anos no solo. Isso prejudica o desenvolvimento e afeta negativamente as estruturas fisiológicas e bioquímicas das plantas, inibindo a fotossíntese, alterando atividades enzimáticas e causando a inibição ou redução da germinação e da clorose nas folhas. Portanto, o Pb tem o potencial de modificar características anatômicas, como o número de estomas, a condutância estomática e o tamanho dos feixes vasculares. Além disso, o Pb pode causar oxidação do sistema radicular e alterar a água e o equilíbrio hormonal (He et al. 2018)

Outra importante resposta da planta à exposição a metais pesados é a troca gasosa foliar, pois reflete diferentes níveis de estresse ambiental e pode estar diretamente relacionada à fotossíntese (Ozyigit et al., 2016).

Objetiva-se com esse trabalho avaliar o efeito do chumbo na fisiologia de plantas através das técnicas de meta-análise.

## METODOLOGIA

Revisamos os estudos 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", "lead and photosynthesis", "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: fotossíntese, eficiência do fotossistema II ( $F_v / F_m$ ), clorofila a, clorofila b e carotenoides sob diferentes concentrações experimentais de Pb. Foram excluídos artigos que não estudaram Pb 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 Pb 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

Ao analisar o efeito do Pb, foi verificado que este metal afetou negativamente a fotossíntese,  $F_v / F_m$  e clorofila b, enquanto a clorofila a e os carotenóides não foram significativos para o Pb.

O Pb afetou negativamente a fotossíntese e o  $F_v / F_m$ . Embora uma maior proporção de Pb permaneça nas raízes, esse metal pode direta ou indiretamente causar danos à parte aérea, afetando principalmente o desempenho do aparato fotossintético (He et al. 2018). O

Pb inibe todo o processo de fotossíntese, reduzindo a taxa fotossintética, pois afeta reações fotoquímicas e de carboxilação, causando mudanças na organização do cloroplasto, modificando enzimas antioxidantes que têm a função de proteger as plantas e alterando reações fotoquímicas e cadeias de carbono (He et al., 2018).

A redução da clorofila b pelo Pb é um mecanismo de defesa para preservar o teor de clorofila a, que é o pigmento mais abundante e desempenha um papel fundamental na fotossíntese. Sabe-se que o Pb causa clorose e atrofia foliar, diminuindo a absorção de luz. Assim, a planta compensa esse dano utilizando a clorofila b como doador de elétrons para a clorofila a, o que explica a redução na clorofila b, já que este pigmento não é substituído. No entanto, a clorofila b é um pigmento que auxilia na captação de luz e é um pigmento acessório com efeito fotoprotetor; reduz os efeitos nocivos da luz no aparelho fotossintético, evitando danos às membranas fotossintéticas (He et al. 2018).

O declínio  $F_v / F_m$  reflete o dano estrutural ao fotossistema II e um aumento na dissipação de energia não fotoquímica como calor. Assim, a redução da eficiência quântica do fotossistema II poderia ser explicada como uma capacidade diminuída das plantas de assimilar  $CO_2$  ou como resultado da fosforilação oxidativa (He et al. 2018).

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Pb, além de reduzir a clorofila b, também prejudica a fotossíntese e a eficiência quântica máxima do fotossistema II. Os possíveis efeitos negativos que o Pb causa ao aparato fotossintético das plantas 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 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

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

HE B, GU M, WANG X, HE X. The effects of lead on photosynthetic performance of waxberry seedlings (*Myrica rubra*). **Photosynthetica** 56:1147-1153, 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.