**Universidade de São Paulo – Campus Luiz de Queiroz**

**Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas**

**Departamento de Biologia**

**LCB5135 – Anatomia Vegetal**

**Modificações estruturais de órgãos e tecidos vegetais por metais e metaloides no meio ambiente: Aspectos bioquímicos e anatômicos**

**Luis Felipe Correa**

**Patrícia Mara de Oliveira**

**Ruth Concepcion Molinas Vera**

**Introdução**

Os metais e metaloides são contaminantes de ocorrência comum nos solos e pela atividade antrópica, por resíduos de fabricas e mineração. As toxidades causadas por esses metais são consideradas um estresse as plantas, uma vez que baixas concentrações de metais pesados já são tóxicas causando alterações anatômicas, morfológicas e bioquímicas, no entanto os sintomas de fitotoxidade vão variar de acordo com a dose, espécie vegetal e metal (Vaishali et al., 2021).

**Modificações estruturais em Raiz**

A raiz é o primeiro órgão a entrar em contato com metais e metaloides, tornando-se suscetível a alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas como resposta a essa exposição inicial. A inibição do crescimento é a reação imediata e amplamente observada em várias espécies quando contaminadas por metais pesados. Além disso, observam-se alterações morfológicas, como mudanças na textura e cor do sistema radicular, resultantes dos danos causados à parede celular devido à contaminação (Farnese et al., 2014).

Entre os impactos anatômicos causados por metais pesados, destacam-se a redução da área do cilindro vascular, a lignificação de elementos do xilema, o espessamento da parede celular da medula e a ausência de pelos radiculares. E qualquer alteração anatômica na planta pode influenciar os processos fisiológicos e bioquímicos. Plantas expostas a metais pesados passam por um estresse, levando à geração de espécies reativas de oxigênio (ROS), causando danos celulares e com isso a planta tem uma baixa produção de biomassa. O estresse oxidativo e as alterações anatômicas podem ser uma estratégia de fortalecimento, visando diminuir a absorção de elementos tóxicos (Vaishali et al., 2021; Talukdar 2013).

**Modificações estruturais em folha por metais e metaloides**

A folha é o principal órgão da fotossíntese, um importante processo essencial através da energia para manter os processos fisiológicos em todos os tecidos vegetais é garantido. Portanto, a estratégia primária da maioria das plantas é limitar a absorção e translocação de metais pesados e metaloides para estes órgãos acima do solo e proteger os tecidos fotossinteticamente ativos contra os efeitos nocivos de elementos perigosos. Embora vários estudos tenham relatado apenas uma translocação limitada da raiz para a parte aérea, já foi demonstrado que pequenas doses de metais e metaloides causam alterações anatômicas foliares graves (Vaishali et Al, 2021).Em *Oryza sativa* devido à presença de Alumínio (Al) foram observados diminuição do tamanho dos vasos do metaxilema e da área do floema na região da nervura central da planta, parênquima pouco desenvolvido e aumento da frequência de células buliformes na epiderme (Samad, R et Al, 2019), enquanto que em estudos realizados em *Arabidopsis thaliana,* devido à presença de Arsênico (As) afetou o número de células do parênquima esponjoso e reduziu o tamanho dos espaços intercelulares. Portanto, a espessura do parênquima esponjoso e também a espessura da lâmina foliar nas folhas jovens e totalmente expandidas foram reduzidas (Pita-Barbosa et Al, 2019).

No nível das folhas, a maior atenção geralmente é dada às mudanças estruturais dos tecidos do mesofilo devido à sua importância no processo de fotossíntese. Além disso, metais e metaloides geralmente induzem diversas outras alterações anatômicas como redução no diâmetro da raiz e do caule, diminuição da espessura da folha, aumento dos espaços intracelulares especialmente nos tecidos corticais, aumento do parênquima na medula, frequência estomática modificada e muitos outros problemas (Vaishali et Al, 2021).

**Referencias**

Farnese F, Oliveira J, Lima F, Leão G, Gusman G, Silva L. Avaliação do potencial de Pistia stratiotes L. (alface d'água) para bioindicação e fitorremediação de ambientes aquáticos contaminados com arsênico. Braz J Biol [Internet]. Agosto de 2014;74(3):S108–12. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1519-6984.01113

Pita-Barbosa, A., Williams, T.C.R., Loureiro, M.E., 2019. Effects of short-term arsenic exposure in Arabidopsis thaliana: tolerance versus toxicity responses. Biologia Plantarum 63, 45–53.

Talukdar, D. Arsenic-induced oxidative stress in the common bean legume, Phaseolus vulgaris L. seedlings and its amelioration by exogenous nitric oxide. Physiol Mol Biol Plants 19, 69–79 (2013). https://doi.org/10.1007/s12298-012-0140-8

Vaishali Yadav, Namira Arif, Ján Kováč, Vijay Pratap Singh, Durgesh Kumar Tripathi, Devendra Kumar Chauhan, Marek Vaculík. 2021. Structural modifications of plant organs and tissues by metals and metalloids in the environment: A review. Plant Physiology and Biochemistry .159,100-112.

Samad, R., Rashid, P., Karmoker, J.L., 2019. Anatomical responses of rice (Oryza sativa L.) to aluminium toxicity. Journal of Bangladesh Academy of Sciences 43, 123–131.