

TOLERÂNCIA A METAIS PESADOS EM ESPÉCIES DO GÊNERO *HEVEA* spp. DURANTE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DAS PLÂNTULAS

Antonia Vitória Ferreira de Souza¹; Josiane Celerino de Carvalho²; Ana Caroline de Jesus de Castro³; Andreia Varmes Fernandes⁴; José Francisco de Carvalho Gonçalves⁵

¹ Graduanda Biologia IFAM; ² Eng. Flo., e Doutoranda do Lab. Fisiologia e Bioquímica Vegetal INPA; ³ Mestranda do Lab. Fisiologia e Bioquímica Vegetal INPA; ⁴Coord. Lab. Fisiologia e Bioquímica Vegetal INPA; ⁵ Coord. Lab. Fisiologia e Bioquímica Vegetal INPA

Identificação do evento: VI Congresso Brasileiro de Heveicultura - 22 a 24 de outubro de 2019, Belo Horizonte /MG.

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo investigar o potencial dano do metal pesado cobre (Cu) sobre os parâmetros de germinação e os indicadores de crescimento de diferentes espécies do gênero *Hevea*. Para tanto, sementes das espécies de *Hevea* (*Hevea brasiliensis*, *Hevea guianensis* e *Hevea spruceana*) foram analisadas morfológicamente e para as seguintes variáveis: porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), (%PN) porcentagem de plântulas normais e (%PA) anormais e tempo médio de germinação (TMG). A partir dos resultados obtidos foi possível verificar que o metal pesado Cobre (Cu), na concentração de 500 mg/kg, tem influência direta e negativa na germinação das sementes de diferentes espécies do gênero *Hevea*. Contudo, mesmo como as alterações nas taxas de germinação e na inibição das raízes, características que limitaram a adequada formação de plântulas, as espécies *Hevea* estudadas conseguiram apresentar reação ao estresse causado pelo metal pesado. Com relação a germinação, e em termos de diferenças interespecíficas, a espécie *H. brasiliensis* foi a que menos sentiu a presença do metal e a *H. spruceana* foi a que apresentou maior alteração na taxa de germinação.

Palavra chaves: fitorremediação, estresse, semente, seringueira, cobre

Introdução

A contaminação do solo tem sido evidenciada no mundo todo desde o começo do desenvolvimento industrial, esse problema causa grande preocupação a sociedade e a comunidade científica pelo fato desses poluentes serem prejudiciais à saúde pública, ao habitat natural e ao ecossistema (Abdelsalam *et al.* 2019). Frente a esse problema, a fitorremediação surge como uma alternativa que pode estabilizar, remover, armazenar e até metabolizar poluentes de origem mineral, presentes no solo, água e no ar (Gomes *et al.* 2018). Ao buscar o entendimento de processos fisiológicos específicos, como por exemplo a germinação, sabe-se que os metais podem influenciar no metabolismo, na osmorregulação celular, nas mudanças dos perfis proteicos e induzir a formação de radicais livres (Seneviratne *et al.* 2017), esses danos contribuem para limitar o desempenho fisiológico das sementes, como por exemplo, promovendo a perda da capacidade germinativa com consequência negativas sobre a produtividade das culturas. No entanto, sementes tolerantes a metais pesados podem minimizar potenciais danos sobre a germinação e o crescimento inicial das plântulas por meio de características funcionais, como a compartimentalização e/ou metabolização dos metais, mas muitas estratégias utilizadas de tolerância ainda são desconhecidas (Sethy *et al.* 2017).

Segundo Shah (2020), a fitorremediação depende de condições físicas e químicas, nas quais as plantas, solo e o contaminante vão influenciar no sucesso da remediação. Mas, na literatura, quase sempre é possível destacar estudos com plantas que apresentam hiperacumulação de metais, que tem a capacidade de armazenar quantidade relativamente grande desses poluentes (Kramer 2010). Estudos sobre a fitotoxicidade são importantes, para entender a efetividade da fitorremediação, identificação e estabelecimento de plantas tolerantes a metais e acumuladoras de metais (Vázquez-Núñez *et al.* 2021).

Algumas espécies que apresentam potencial para a fitorremediação, como por exemplo: as espécies do gênero *Miscanthus* spp., *Ricinus* spp., *Jatropha* spp. e *Populus* spp. têm sido exploradas pela utilização da biomassa durante a pós-fitorremediação das plantas (Cortez *et al.* 2008). Diante das questões supracitadas, o objetivo dessa pesquisa foi investigar os potenciais danos do metal cobre sobre os indicadores de germinação e crescimento de diferentes espécies do gênero *Hevea* com vista na seleção de espécies para programas de fitorremediação.

Material e métodos

As sementes das espécies de *Hevea* spp foram coletadas no Parque Zoobotânico e Embrapa, localizadas em Rio Branco-AC e na Reserva Adolfo Ducke em Manaus-AM. Logo após foram conduzidas para o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal (LFBV – INPA) e acondicionadas em bandejas com substrato areia lavada e autoclavada. As sementes foram colocadas para germinar em casa de vegetação à temperatura ambiente (30 ± 4°C). A morfologia das sementes foi analisada conforme Carvalho *et al.* (2017) e, posteriormente, feitos os calculados, a porcentagem (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG), conforme metodologia de Maguire (1962), (%PN) porcentagem de plântulas normais e (% PA) anormais (Brasil 2009) e o tempo médio de germinação (TMG) de acordo com Labouriau e Valadares (1976).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x2 em 5 repetições

(três espécies *versus* a presença, 500 mg do metal Cu/kg de substrato, e ausência do metal cobre), totalizando 30 unidades amostrais. A normalidade dos dados foi analisado pelo teste de Shapiro- Wilk e após atender as premissas de normalidade, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e a teste de médias, Tuckey. Todas as análises estatísticas foram processadas no Estatística.

Resultados e Discussão

Influência do metal pesado Cobre (Cu) na morfologia da germinação de espécies de *Hevea*

Do ponto de vista morfológico, as espécies de *Hevea*, sob a adição de cobre (500 mg/kg), as espécies (*Hevea brasiliensis*, *Hevea guianensis* e *Hevea spruceana*) (Figura 1), exibiram alterações estruturais nos sistemas radiculares, tanto raízes adventícias quanto na raiz primária. Entretanto, as espécies *H. guianensis* e *H. spruceana* apresentaram maior inibição de raízes adventícias. Estudos recentes demonstraram resultados semelhantes quanto as alterações morfológicas de raízes, os autores verificaram que sementes de trigo, ervilha, tomate e agrião apresentaram redução na formação radicial das plântulas quando expostas ao metal pesado Cu (Nouri *et al.* 2020; Anatollivna *et al.*, 2020).

As plântulas de *H. brasiliensis* quando comparadas ao tratamento controle (sem metal) tiveram pouco desenvolvimento das raízes adventícias (Figura 1). Pode-se observar alongamento de raízes adventícias nas plântulas da espécie *H. guianensis* no controle, enquanto sob tratamento com metal houve a inibição das raízes adventícias e menor crescimento da raiz primária, resultados semelhantes foram encontrados nas sementes de *Hevea spruceana*. Os metais pesados podem modificar as enzimas envolvidas na etapa da glicólise, causando assim uma diminuição do teor de açúcares solúveis e prolina, o que pode influenciar negativamente no crescimento da radícula (Martínez-Ballesta *et al.* 2020).

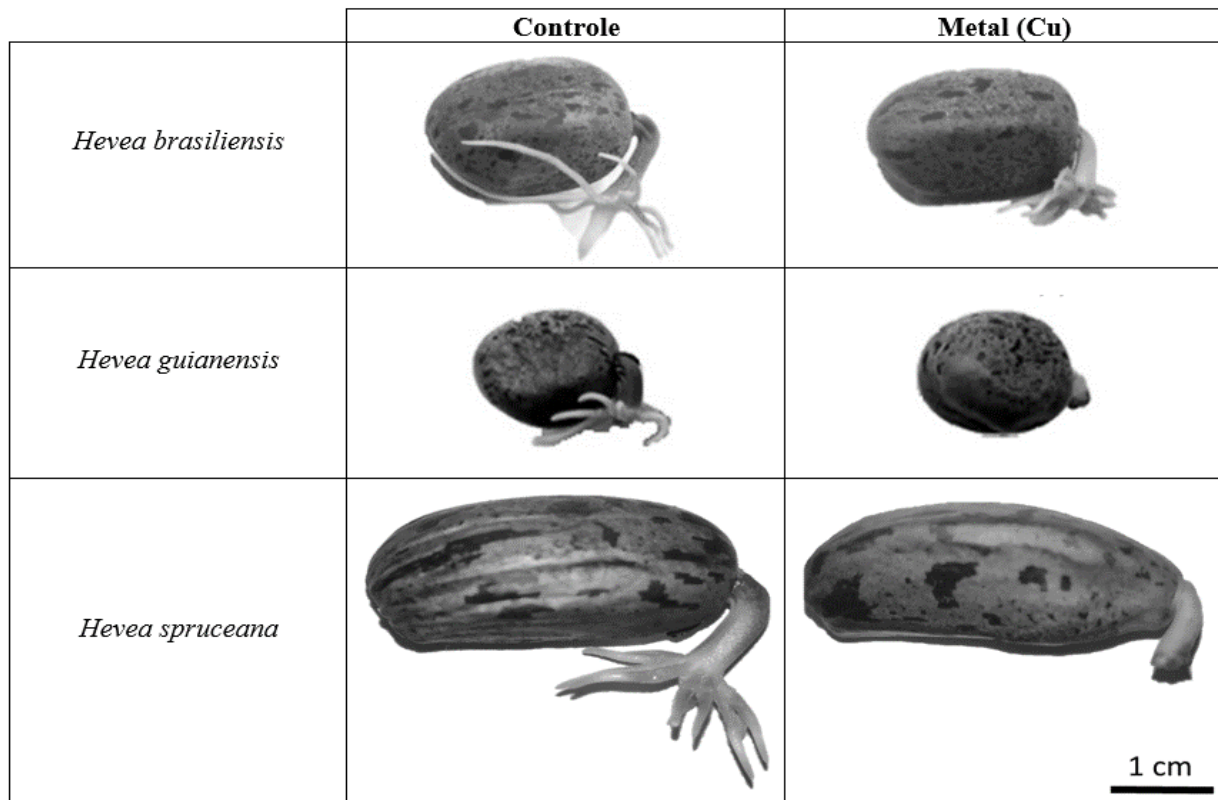


Figura 1. Sementes de *Hevea* spp. germinadas com e sem influência do metal pesado, cobre (Cu).

Influência do metal pesado na germinação de espécies do gênero *Hevea* spp.

Comparando as espécies que germinaram sob tratamento com metal, a *H. brasiliensis* exibiu maior porcentagem de germinação (Figura 2A). No entanto, a espécie que apresentou maior velocidade de germinação em curto período de tempo foi a *H. guianensis*. Enquanto, a *H. spruceana* apresentou maior danos às sementes, exibindo menor germinabilidade, IVG e além do tempo médio de germinação. Ainda em relação a porcentagem de germinação, observamos que a espécie *H. brasiliensis* no controle apresentou menor média de porcentagem de germinação aproximado ao encontrado na literatura, algo em torno de 80%. As sementes que germinaram no controle e metal exibiram o índice de velocidade de germinação (IVG) baixo e tempo médio maior. Esses dados também foram observados nas espécies de *H. spruceana*, no entanto, a espécie apresentou uma maior diferença nas taxas entre o controle e o metal, mostrando que no geral, a espécie apresentou condições consideradas desfavoráveis para uma boa germinação de semente, no controle e principalmente sob o tratamento

com o metal. Alguns autores atribuem os efeitos negativos nas taxas de germinação a redução da absorção e transporte de água, diminuição da atividade proteolítica e danos embrionários (Bourrelier e Berthlin 1998; Wierzbicka e Obidzinska 1998; Seneviratne *et al.* 2017). A remobilização de proteínas, redução de aminoácidos no embrião, influencia na síntese de proteínas, e mudanças nas enzimas responsáveis pela homeostase osmótica estão associados as limitações da germinação de sementes com influência do Cu (Martínez-Ballesta *et al.* 2020). Esses efeitos já foram relatados por diferentes autores, Mami *et al.* (2011) observou que as sementes de tomate apresentam maiores efeitos inibitórios nos índices de germinação sobre a influência do cobre. Alterações nas taxas de germinação também foi relatada por Nouri *et al.* (2020) onde o aumento da concentração do cobre levou a inibição nos índices de taxa de germinação, índice de germinação e de vigor, nas sementes de agrião.

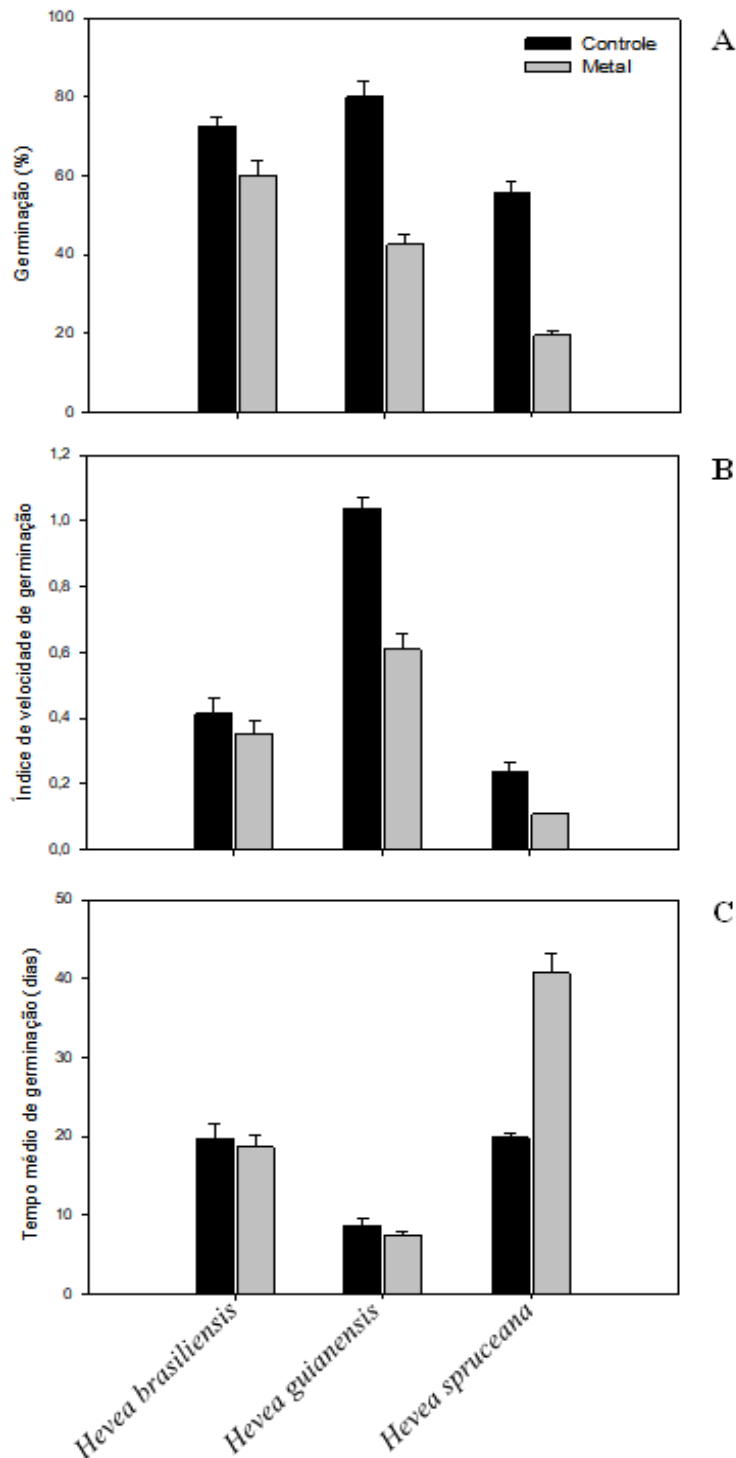


Figura 2. (A) Porcentagem de germinação (%). (B) Índice de velocidade de germinação (IVG). (C) Tempo médio de germinação de *Hevea brasiliensis*, *Hevea guianensis* e *Hevea spruceana* no tratamento controle e com adição de metal pesado cobre (Cu).

Conclusão

A partir dos resultados obtidos neste trabalho é possível afirmar que o metal pesado cobre (Cu), na concentração de 500 mg/kg, promoveu intenso e negativo efeito sobre a germinação das sementes de diferentes espécies do gênero *Hevea*. Contudo, mesmo como a inibição das raízes e alterações nas taxas de germinação, as plântulas das espécies *H. brasiliensis*, *H. guianensis* e *H. spruceana* ainda exibiram formação de estruturas radiculares, evidenciando tolerância e reação ao estresse.

Agradecimentos

FAPAM, INPA, aos membros do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal (LFBV).

Referências Bibliográficas

- ABDELSALAM, I.; ELSHOBARY, M.; ELADAWY, M.M.; NAGAH, M. Utilization of Multi-Tasking Non-Edible plants for phytoremediation and bioenergy Source-A Review. **Tech Science Press**. 10.32604/phyton.2019.06831, 2019.
- ANATOLIIVNA, L.V.; IVANOVYCH, D.S.; MYKOLAIVNA, P.L.; ABI, N.R. Effects of humic substances on seed germination of wheat under the influence of heavy metal. **Серія «Біологічні науки»**. 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-1-42-52, 2020.
- BOURRELIER, P.H.; BERTHELIN, J. Contamination des sols par les éléments traces: les risques et leur gestion. Paris: **Tec & doc-Lavoisier**, 438p, 1998.
- CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E.O. Biomassa para energia. São Paulo: **Unicamp**, 538p, 2008.
- GOMEZ, L.; CONTRERAS, A.; BOLONIO, D.; QUINTANA, J.; OÑATE-SANCHEZ, L.; MERINO, I. Phytoremediation with trees. **Advances in Botanical Research**, 89, 281-321, 2018.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.B. On the physiology of seed of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** (1976) 42(2): 235-264.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science** 2: 176-177, 1962.
- SENEVIRANTE, M.; RAJAKARUMA, N.; RIZWAN, M.; MADAWALA, H.M.S.P.; OK, YONG; VITHANAGE, M. Heavy metal-induced oxidative stress on seed germination and seedling development: a critical review. **Springer**, 10.1007/s10653-017-0005-8, 2017.
- SETHY, S.K.; GHOSH, S. Effect of heavy metals on germination of seeds. **Journal of Natural Science, Biology and Medicine**, Índia. 274p, 2017.
- WIERZBICKA, M.; OBIDZINSKA J. 1998. O efeito do chumbo na embebição e germinação das sementes em diferentes espécies de plantascies. **Plant Science** 137: 155–171.
- CARVALHO, J.C. 2017. Caracterização morfofuncional e mobilização de reservas primárias durante a germinação e o crescimento inicial de plântulas de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr de Juss.) Muell. Arg. Dissertação (Mestrado) - **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA**, Manaus, 2017.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária.. Regras para análise de sementes. Brasília: **SNDA/DNDV/CLAV**, 365p, 2009.
- NOURI, M.; RASAFI, T. EL; HADDIOUI, A. LEPIDIUM SATIVUM L. Hormesis induced by heavy metal stress for seed germination and seedling growth. **J. Appl. Sci. Envir. Stud.** p.218-231, 2020.
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M.C.; EGEA-GILABERT, C; CONESA, E; OCHOA, J.; VICENTE, M.J.; FRANCO, J.A.; BAÑAN, S.; MARTINEZ, J.J.; FERNÁNDEZ, J. A. The Importance of Ion Homeostasis and Nutrient Status in Seed Development and Germination. **Agronomy**, 10.3390/agronomy10040504, 2020.
- MAMI, Y.; AHMADI, G.; SHAHMORADI, M.; GHORBANI, H.R. Influence of diferente concentration of heavy metals on the seed germination and growth of tomato. Guilan University, **Rasht**, Islamic Republic of Iran, 1996-0786, 2011.