

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS EM SEMENTES E PLÂNTULAS DE FEIJÃO CARIOSA SUBMETIDAS A ALTAS CONCENTRAÇÕES DE ÓXIDO DE FERRO

BRUNA EVELYN PASCHOAL SILVA¹; FERNANDA REOLON²; CRISTINA LARRE³; GILBERTO TROYJACK JUNIOR⁴; LARYSSA BARBOSA XAVIER DA SILVA⁴; DARIO MUNT DE MORAES⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas 1 – brunabiologia89@hotmail.com*¹

²*Universidade Federal de Pelotas – fernandareolon@yahoo.com.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – cristina_larre@yahoo.com.br*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – juniortroyjack@hotmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – laryssaxavier@hotmail.com*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – moraesdm@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

O feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado uma importante cultura para o Brasil, ocupando o 3º lugar no ranking mundial, estando atrás apenas de Myanmar e Índia, apresentando alto potencial para exportação (FAO, 2017).

Dentre os estados responsáveis, Minas Gerais se destaca fornecendo cerca de mais de 368 mil toneladas (IBGE, 2018), porém, em novembro de 2015 um desastre de grandes proporções marcou a história das catástrofes ambientais no país, onde o rompimento da barragem Fundão, localizada no Município de Mariana Estado de Minas Gerais (MG), liberou grande quantidade de rejeitos ricos em metais pesados, colocando em perigo a saúde humana e todo o ecossistema.

Segundo dados do IBGE (2015), a produção de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) na região antes do desastre, correspondeu a 225 toneladas, tendo um rendimento de 536 mil reais para os produtores do município, se destacando como cultura temporária de maior rendimento no referido ano.

Os estudos referentes ao rompimento da barragem de Fundão ainda são incipientes, porém, dados publicados por Costa (2001), em estudo realizado no quadrilátero ferrífero de Minas Gerais, já identificavam que as associações minerais presentes nos rejeitos de mineração explorados, são ricos em metais traço, dentre eles o óxido de ferro (Fe_2O_3), que é altamente tóxico quando em altas concentrações. Em contrapartida a forma Fe^{2+} deste elemento é um importante micronutriente essencial para o metabolismo das plantas, participando da conformação de proteínas conhecidas como metaloproteínas, envolvidas em processos biológicos, como a fotossíntese, respiração, estresse oxidativo e fixação de nitrogênio (WALDRON et al., 2009).

A seleção de espécies adaptadas a ambientes contaminados por metais pesados é de extrema importância, entretanto o estabelecimento da cultura a campo depende de características inerentes a semente, uma vez que é considerada o mais importante insumo agrícola. Porém, são encontrados relatos de dificuldade no potencial de germinação e estabelecimento de plantas quando expostas à metais pesados (BOSCO DE OLIVEIRA; GOMES FILHO, 2011; GANG; VYAS; VYAS, 2013; MUCCIFORA; BELLANI, 2013; SILVA et al. 2016). A poluição ocasionada por metais pesados oriundos de rejeitos de mineração tem sido definida como um grave problema ambiental recorrente, onde, as ações antrópicas são parcialmente responsáveis pelos impactos causados ao meio e a economia agrícola (ALI; KHAN; SAJAD, 2013).

Por se tratar de uma espécie de grande valor agronômico e amplamente cultivada na região, a busca por alternativas que visem o estabelecimento do

limite de tolerância aos contaminantes presentes nas áreas impactadas, é um passo importante, seja para o processo de descontaminação das áreas afetadas ou somente para fins agronômicos e comerciais. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os danos ocasionados pela presença de concentrações crescentes de óxido de ferro (Fe_2O_3) no desenvolvimento da semente e plântula de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris L.*).

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia de Sementes do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas. As sementes de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris L.*), cv. BRS Madrepérola utilizadas foram cedidas pela Embrapa Arroz e Feijão de Goiás (GO). As mesmas foram semeadas sobre papel germitest, umedecido com diferentes concentrações de óxido de ferro (Fe_2O_3) 0,0; 5,0, 10,0 e 20,0mg L^{-1} e mantidas em câmara de crescimento com temperatura constante de 25°C, sendo posteriormente os seguintes parâmetros analisados:

Germinação (G%): determinada utilizando-se 200 sementes por repetição (quatro subamostras de 50 sementes), sendo a avaliação da germinação efetuada aos nove dias após a semeadura (DAS), com base nas regras de análises de sementes (BRASIL, 2009), e os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

Primeira contagem da germinação (PCG%): conduzida juntamente com o teste de germinação, sendo a primeira contagem realizada aos cinco dias após a semeadura, conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de sementes germinadas.

Índice de velocidade de germinação (IVG): foram realizadas contagens diárias a partir da protrusão da radícula até que o número de plântulas germinadas permanecesse constante. O resultado foi calculado pela média dos índices das repetições de acordo com Maguire (1962).

Comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes(CR) e massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes de plântulas (MSR): os comprimentos foram obtidos pela média de 40 plântulas ao final do teste de germinação e o resultado expresso em mm plântula $^{-1}$. A massa seca da parte aérea e raízes das plântulas foi determinada após secagem em estufa a 70 ± 1°C até massa constante e os resultados expresso em mg plântula $^{-1}$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados relativos às variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na tabela 1 não evidenciaram diferenças significativas quando avaliados os parâmetros de germinação (G%) e primeira contagem da germinação (PCG%) das sementes submetidas as diferentes concentrações de Fe_2O_3 . No entanto, a variável índice de velocidade de germinação (IVG) foi reduzida com os tratamentos, quando comparados ao controle, mas não diferindo entre os mesmos.

Estudos referentes ao excesso de ferro na germinação de sementes, são incipientes. Isto se deve ao fato, de que os solos apresentam elevadas concentrações deste metal, porém, o mesmo é encontrado na forma de Fe_2O_3 , ou seja, necessita passar pelo processo de quelação ($Fe^{+3} \leftrightarrow Fe^{+2}$) para que se torne

absorvível (KRANNER; COLVILLE, 2011). Contudo, em áreas onde o minério de ferro é explorado ou beneficiado, a concentração disponível deste elemento pode aumentar significativamente, atingindo níveis de toxicidade para a maioria das plantas cultivadas (JUCOSKI et al, 2016), como o feijão carioca.

Os resultados obtidos referentes a G% e PCG% não apresentaram alterações, porém o IVG (Tabela 1), demonstrou que o processo inicial de germinação de sementes, a embebição, pode ter sido alterado, uma vez que este processo, é considerado nitidamente físico e depende da ligação da água à matriz da semente, fornecendo energia e nutrientes para a retomada do crescimento do eixo embrionário (BEWLEY; BLACK 1994), o que foi evidenciado pelo crescimento mais lento das plântulas de feijão carioca.

Tabela 1. Porcentagem de germinação (G%), primeira contagem de germinação (PCG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de feijão carioca submetidas a diferentes concentrações de óxido de ferro (Fe_2O_3).

Tratamentos	G%	PCG%	IVG
Controle	99 a	67 a	28 a
Fe_2O_3 5,0mg L ⁻¹	94 a	64 a	24 b
Fe_2O_3 10,0mg L ⁻¹	97 a	66 a	25 b
Fe_2O_3 20,0mg L ⁻¹	98 a	64 a	24 b
Média geral	97	65	25
CV(%)	2,55	3,29	5,31

*Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Foram observadas diferenças significativas nas variáveis de crescimento avaliadas (Tabela 2). O CPA demonstrou um decréscimo de 11%, 18% e 12%, para as concentrações 5,0; 10,0 e 20,0mg L⁻¹, quando comparado ao controle respectivamente. No entanto, nas raízes esses valores foram acrescidos em 10% nas concentrações de 10,0 e 20mg L⁻¹. Nas variáveis massa seca da parte aérea e das raízes, não foram observadas diferenças significativas, quando comparadas ao controle em nenhuma das concentrações de Fe_2O_3 utilizadas. A redução observada em CPA decorrente de atrofamento, pode ser atribuído a mobilidade do ferro e a sua capacidade de ser translocado para a parte aérea das plantas (FOY; CHANEY; WHITE et al 1978). Já as variáveis CR e MSR, podem ter sido afetadas pelo hidrotropismo positivo nas mesmas, pois este fenômeno está diretamente relacionado ao estresse hídrico ocasionado pela diminuição das moléculas de água livre. As moléculas de água passaram a aderir-se as moléculas de ferro, as tornando indisponíveis para realização de trabalho, estimulando o crescimento das raízes em direção a um gradiente de umidade maior, favorecendo assim o crescimento radicular (CASSAB; EAPEN; CAMPOS, 2013).

Tabela 2. Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de feijão carioca submetido a diferentes concentrações de óxido de ferro (Fe_2O_3).

Tratamentos	CPA (mm)	CR (mm)	MSPA (mg)	MSR (mg)
Controle	77 a	103 b	1519 a	183 a

Fe ₂ O ₃ 5,0mg L ⁻¹	69 b	107 b	1612 a	229 a
Fe ₂ O ₃ 10,0mg L ⁻¹	63 c	114 a	1468 a	250 a
Fe ₂ O ₃ 20,0mg L ⁻¹	67 b	113 a	1723 a	222 a
Média geral	69	109	1580	221
CV(%)	2,24	1,94	8,61	13,01

*Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que na presença de concentrações crescentes Fe₂O₃, o potencial de germinação e a primeira contagem de germinação das sementes de feijão carioca não foram prejudicadas. Contudo, houve redução no índice de velocidade de germinação, e no crescimento das plântulas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M.A. Phytoremediation of heavy metals - Concepts and applications. **Chemosphere**, v.91, n.7, p.869–881, 2013.
- BEWLEY, J. Derek; BLACK, Michael. Seeds. In: **Seeds**. Springer, Boston, MA, 1994. p. 1-33.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 399 p. 2009.
- COSTA, A. T. **Geoquímica das águas e dos sedimentos da bacia do rio Gualaxo do Norte, leste-sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG): estudo de uma área afetada por atividades de extração mineral**. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto. 2001.
- BOSCO DE OLIVEIRA, A.; GOMES FILHO, E. Cultivo hidropônico de plântulas de sorgo sob estresse salino com sementes envelhecidas artificialmente e osmocondicionadas. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, 2011.
- CASSAB, G. I.; EAPEN, D.; CAMPOS, M. E. Root hydrotropism: an update. **American journal of botany**, v. 100, n. 1, p. 14-24, 2013.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. agrotec. [online]**. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112 . Disponível en: ISSN 1413-7054.
- FOY, C. D.; CHANEY, R. L.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, n. 1, p. 511-566, 1978.
- GANG, A.; VYAS, A.; VYAS, H. Toxic effect of heavy metals on germination and seedling growth of wheat. **Journal of Environmental Research and Development**, v.8, n.2, p.206–213, 2013.
- IBGE. **Relatório de produção agrícola municipal, lavoura temporária em Mariana – MG**. 2015. Disponível em:
<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=314000&idtema=158&search=minas-gerais|mariana|producao-agricola-municipal-lavoura-temporaria-2015> Acesso em fevereiro de 2017.
- WALDRON, K. J. et al. Metalloproteins and metal sensing. **Nature**, v. 460, n. 7257, p. 823, 2009.