



***Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPF: ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO SOB INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* E DIFERENTES DOSES DE CHUMBO**

Rayane Monique Sete da Cruz¹, Odair Alberton², Patrícia Rosin Carnelossi³, Graciela Lucca Braccini³

¹Acadêmica do Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/UniCesumar. raysete7@gmail.com

²Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR

³ Docente da Universidade Cesumar - UNICESUMAR.

RESUMO

A fitorremediação é um processo tecnológico que se baseia na capacidade das plantas de tolerar altas concentrações de metais pesados, sendo o capim limão uma das plantas classificadas com potencial fitorremediador. Objetivou-se, portanto, avaliar os parâmetros agronômicos e teor de chumbo na planta do *Cymbopogon citratus* inoculado ou não com *Azospirillum* (AZ) sob diferentes doses de chumbo no solo (Pb). O experimento adotou um delineamento de blocos ao acaso com dez tratamentos e seis repetições cada e diferentes concentrações de chumbo (Pb) no solo, na presença e ausência de AZ. Foram medidos a altura da parte aérea, raiz e diâmetro do caule (cm), bem como a massa fresca da parte aérea e raiz (g) das plantas. A concentração de Pb foi determinada por espectrofotometria de absorção atômica de chama. As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e comparadas usando o teste de Duncan ($p \leq 0,05$) no SPSS. Os níveis de Pb na planta se comportaram como o esperado, tendo o maior acúmulo na planta nos maiores níveis de Pb (500 mg kg^{-1} de solo estéril) no solo independente da inoculação do AZ. Conclui-se que os níveis de Pb afetam de maneiras distintas os parâmetros agronômicos do capim limão, e seus teores na planta aumentam proporcionalmente à concentração presente no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Capim-limão; Chumbo; Fitorremediação.

1 INTRODUÇÃO

Cymbopogon citratus (DC.) Stapf (Poaceae) é perene, originária da Índia, mais conhecida como capim-limão na medicina popular, onde é empregada especialmente como chá. Além do uso popular bastante reconhecido, para distúrbios nervosos e estomáquicos, o capim-limão tem emprego industrial vasto (AVOSEH et al., 2015).

As bactérias promotoras de crescimento em plantas (BPCP) constituem um grupo de micro-organismos benéficos às plantas, devido à sua capacidade de colonizar a superfície das raízes, rizosfera, filosfera e tecidos internos (HUERGO et al., 2008).

O gênero *Azospirillum* é composto por BPCP de vida livre, amplamente distribuído em todo o planeta Terra (HUERGO et al., 2008). Estudos têm consistentemente demonstrado que o *Azospirillum* desempenha um papel fundamental no estímulo ao crescimento e na produtividade de diversas espécies de plantas, muitas das quais possuem relevância agronômica e ecológica (BASHAN et al., 2004).

O metabolismo das plantas sofre interferência de diversos fatores, dentre eles a disponibilidade de metal pesado no solo (LERMEN et al., 2015a), uma alternativa para estabelecer condições estáveis para um melhor desenvolvimento da planta é a utilização de BPCP como o *Azospirillum* (CRUZ et al., 2020), que é capaz de induzir a síntese de enzimas antioxidantes nas plantas, reduzindo os efeitos deletérios das espécies reativas de oxigênio (EROS) e promover um maior alongamento das raízes (FUKAMI et al. 2018).

Uma planta que vem sendo muito utilizada na fitoremediação é o capim limão por ser resistente a diferentes metais pesados (LERMEN et al., 2015a). É uma planta de interesse comercial, principalmente das indústrias cosméticas e de perfumaria, devido ao



seu óleo essencial (OE) (HANNA et al., 2012), composto principalmente de citral, apresentando odor característico de limão (CRUZ et al., 2020).

Desde o início da industrialização, uma vasta quantidade de poluentes orgânicos e inorgânicos (metais pesados) está sendo liberado ao meio ambiente (SAXENA et al., 2020). Dentre os poluentes o Chumbo (Pb), considerado um metal pesado, desempenha um papel de risco devido ao seu alto potencial tóxico e mutagênico (MANOJ et al., 2020). Nas plantas causa efeitos negativos ao crescimento e desenvolvimento, prejudicando e alterando a produção de compostos ativos (LERMEM et al., 2015b).

Para a descontaminação de áreas contaminadas por Pb a fitorremediação é uma técnica que vem se destacando por ser de baixo custo (comparado as técnicas químicas) e eco sustentável, pois consiste na utilização de plantas consideradas fito extratoras, que retiram o metal pesado do solo retendo-os na planta (parte aérea ou raiz), possibilitando a utilização da área contaminada para cultivo e possivelmente da planta (SAXENA et al., 2020).

Nesse sentido objetivou-se avaliar os parâmetros agronômicos e teor de chumbo na planta do *Cymbopogon citratus* inoculado ou não com *Azospirillum* (AZ) sob diferentes doses de chumbo no solo (Pb).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O solo utilizado no experimento foi coletado na fazenda experimental da Universidade Paranaense, UNIPAR, município de Umuarama-PR, coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade e esterilizado em autoclave por 1 hora, a 120 °C.

As mudas jovens de capim-limão, com aproximadamente 20 cm, foram coletadas do horto medicinal da Universidade Paranaense.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5: dois níveis de *A. brasiliense* (ausência ou presença (1 mL planta⁻¹) conforme CRUZ et al. (2020) e cinco níveis de chumbo (de 0 a 500 mg de Pb kg⁻¹ de solo) conforme LERMEM et al. (2015a), totalizando 60 unidades experimentais em dez tratamentos com seis repetições conduzidos em casa de vegetação.

Todos os tratamentos foram irrigados a cada dois dias por um período quatro meses, com meia concentração de solução de HOAGLAND e ARNON (1950).

Decorrido quatro meses do plantio, as plantas foram coletadas no período da manhã (entre 7 e 10h), as plantas foram separadas em parte aérea e sistema radicular. Primeiramente a altura da parte aérea e raiz (cm) foi determinada com o uso de fita métrica e diâmetro do caule (cm) foi mensurado com auxílio de paquímetro. A massa fresca da parte aérea e raiz foram mensuradas em balança analítica.

O Pb na planta foi determinado da parte aérea e da raiz separadamente usando 0,5 g de cada parte da planta. Parte aérea e raízes individualmente foram tratadas com 6 mL de ácido nítrico (HNO₃, 65% v/v) e 3 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂, 30% v/v). A mistura foi colocada em chapa quente a 100 °C por 90 min e, em seguida, filtrada para balão de 25 mL. O volume do balão foi completado com H₂O₂ ultrapura. Para determinação do teor de Pb utilizou-se um Espectrofotômetro de Absorção Atômica de Chama (GBC 932 plus) (SÁ et al., 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O diâmetro do caule aumentou no T2 (20,1 cm planta⁻¹), já o comprimento da raiz aumentou nos tratamentos T3 (61,3 cm planta⁻¹) e T6 (62,5 cm planta⁻¹) enquanto que o comprimento da parte aérea foi aumentado no T7 (104,6 cm planta⁻¹) como apresentado na Tabela 1.



Tabela 1. Comprimento da raiz (cm planta⁻¹), comprimento da parte aérea (cm planta⁻¹) e diâmetro do caule (cm planta⁻¹) do *C. citratus* inoculado ou não com *Azospirillum* (AZ) sob diferentes doses de chumbo no solo (Pb).

Analise	comprimento raiz	comprimento PA	diâmetro caule
T1	51.5 ± 2.7 abc	94.0 ± 3.5 cd	15.6 ± 1.9 bcd
T2	57.0 ± 1.4 ab	98.0 ± 1.3 abc	20.1 ± 1.2 a
T3	61.3 ± 3.0 a	96.3 ± 0.5 bcd	18.3 ± 0.5 ab
T4	58.2 ± 5.3 ab	98.5 ± 2.7 abc	16.5 ± 0.6 bc
T5	44.1 ± 3.6 c	94.3 ± 1.4 cd	13.3 ± 1.1 cd
T6	62.5 ± 6.3 a	103.3 ± 1.7 ab	15.3 ± 0.8 bcd
T7	50.8 ± 4.2 abc	104.6 ± 2.1 a	16.0 ± 0.6 bcd
T8	46.9 ± 3.6 bc	102.1 ± 2.1 ab	15.2 ± 0.8 bcd
T9	32.3 ± 3.7 d	99.3 ± 2.8 abc	13.5 ± 1.2 cd
T10	27.2 ± 3.1 d	90.0 ± 3.2 d	12.8 ± 0.8 d

Média ± erro padrão (n=8). Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05).

A massa fresca da parte aérea foi aumentada significativamente no T2 (23,5 g planta⁻¹) e da raiz T8 (8,1 g planta⁻¹) conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Massa fresca da parte aérea (MFPA - g planta⁻¹) e massa fresca da raiz (MFR - g planta⁻¹), do *C. citratus* inoculado ou não com *Azospirillum* (AZ) sob diferentes doses de chumbo no solo (Pb).

Analise	massa fresca PA	massa fresca raiz
T1	17.7 ± 3.3 abc	7.3 ± 0.8 ab
T2	23.5 ± 7.3 a	6.6 ± 0.4 ab
T3	21.4 ± 0.8 ab	7.3 ± 0.6 ab
T4	20.5 ± 0.9 ab	7.4 ± 0.6 ab
T5	17.2 ± 1.7 abc	7.0 ± 0.6 ab
T6	20.6 ± 1.4 ab	7.6 ± 0.8 ab
T7	18.3 ± 2.0 abc	6.6 ± 1.0 ab
T8	22.2 ± 3.0 ab	8.1 ± 1.3 a
T9	12.9 ± 2.1 bc	5.1 ± 0.6 bc
T10	10.4 ± 1.0 c	3.8 ± 0.7 c

Média ± erro padrão (n=8). Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05).

Os níveis de Pb na planta se comportaram como o esperado, tendo o maior acumulo na planta nos maiores níveis de Pb (500 mg kg⁻¹ de solo estéril) no solo independente da inoculação do AZ, como observado na Tabela 3.

Tabela 3. Valores do chumbo na parte aérea (mg kg⁻¹ de solo estéril), raiz (mg kg⁻¹ de solo estéril) e total (mg kg⁻¹ de solo estéril) do *C. citratus* inoculado ou não com *Azospirillum* (AZ) sob diferentes doses de chumbo no solo (Pb).

Analise	PbAP	PbR
T1	0.2 ± 0.0 d	0.4 ± 0.0 c
T2	0.8 ± 0.1 c	0.9 ± 0.1 c
T3	1.0 ± 0.1 c	4.0 ± 0.3 c
T4	1.2 ± 0.0 c	18.0 ± 1.6 b
T5	1.7 ± 0.0 b	34.7 ± 4.8 a



T6	0.2 ± 0.0 d	0.4 ± 0.0 c
T7	0.2 ± 0.0 d	0.8 ± 0.1 c
T8	1.0 ± 0.0 c	1.3 ± 0.0 c
T9	1.7 ± 0.2 b	14.8 ± 2.4 b
T10	3.4 ± 0.2 a	41.7 ± 6.7 a

Média ± erro padrão (n=8). Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05).

De acordo com Souza et al. (2011) o crescimento é uma das características mais utilizados para avaliar a tolerância de plantas em ambientes contaminados com metais pesados. Os resultados encontrados por Lermem et al. (2015a,b) avaliando os níveis de Pb também em capim limão corroboram com o encontrado no presente trabalho evidenciando o aumento no acúmulo de Pb conforme é aumentado a dose de Pb no solo.

4 CONCLUSÃO

Os níveis de Pb afetam de maneiras diferentes os parâmetros agronômicos do capim limão. Os teores de Pb na planta é crescente de acordo com o nível de Pb no solo.

REFERÊNCIAS

- AVOSEH, O., OYEDEJI, O., RUNGQU, P., NKEH-CHUNGAG, B., OYEDEJ, A. *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. **Molecules**. v. 20, p. 7438-7453. 2015.
- BASHAN, Y., HOLGUIN, G., DE-BASHAN, L.E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**. v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.
- CRUZ, R.M.S., ALBERTON, O., LORENCETE, M.S., CRUZ, G.L.S., GASPAROTO-JUNIOR, A., CARDOZO-FILHO, L., SOUZA, S.G.H. Phytochemistry of *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting bacteria. **Industrial Crops and Products**. v. 148, e112340, 2020.
- HANNA, A.R.M., SALLAM, Y.I., EL-LEITHY, A.S., ALY, S.E. Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as affected by drying methods. **Annals of Agricultural Sciences**. v. 57, p. 113-116, 2012.
- HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. v. 347, California Agricultural Experiment Station. 1950.
- HUERGO, L.F., MONTEIRO, R.A., BONATTO, A.C., RIGO, L.U., STEFFENS, M.B.R., CRUZ, L.M., CHUBATSU, L.S., SOUZA, E.M., PEDROSA, F.O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasiliense*. In: In: CASSÁN, F.D., GARCIA, DE SALAMONE, I. (eds) **Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, pp 17-36, 2008.
- LERMEN, C., MOHR, F.B.M., ALBERTON, O. Growth of *Cymbopogon citratus* inoculated with mycorrhizal fungi under different levels of lead. **Scientia Horticulturae**. v. 186, p. 239–246, 2015a.



LERMEN, C., MORELLI, F., GAZIM, Z.C., SILVA, A.P., GONÇALVES, J.E., DRAGUNSKI, D., ALBERTON, O. Essential oil content and chemical composition of *Cymbopogon citratus* inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi under different levels of lead. **Industrial Crops and Products**. v.76, p. 734–738, 2015b.

MANOJ, S.R., KARTHIK, C., KADIRVELU, K., ARULSELVI, P.I., SHANMUGASUNDARAM, T., BRUNO, B., RAJKUMAR, M. Understanding the molecular mechanisms for the enhanced phytoremediation of heavy metals through plant growth promoting rhizobacteria: A review. **Journal of environmental management**. v. 254, 109779, 2020.

SAXENA, G., PURCHASE, D., MULLA, S. I., SARATALE, G. D., BHARAGAVA, R. N. Phytoremediation of heavy metal-contaminated sites: eco-environmental concerns, field studies, sustainability issues, and future prospects. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 249, p. 71-131, 2020.

SÁ, R.A., ALBERTON, O., GAZIM, Z.C., LAVERDE JR., A, CAETANO, J., AMORIN, A.C., DRAGUNSKI, D.C. Phytoaccumulation and effect of lead on yield and chemical composition of *Mentha crispa* essential oil. **Desalination and Water Treatment**. 53: 3007-3017, 2014.

SOUZA, L.A., ANDRADE A.S.L., SOUZA, S.C.R., SCHIAVINATO, M. Tolerância e potencial fitorremediador de *Stizolobium aterrimum* associada ao fungo micorrízico arbuscular *Glomus etunicatum* em solo contaminado por chumbo. **Revista Brasileira de Ciencias do Solo** 35:1441–1451, 2011.