

CAPÍTULO 15

MORFOFISIOLOGIA DE FEIJÃO-MUNGO EM RESPOSTA À SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Data de aceite: 19/07/2022

Antônio Aécio de Carvalho Bezerra

Universidade Federal do Piauí. Departamento de Planejamento e Política Agrícola
Teresina, PI
orcid.org/0000-0001-7681-6426

Romário Martins da Costa

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA, Universidade Federal do Piauí
Bom Jesus, PI
orcid.org/0000-0001-5429-4663

Marcos Renan Lima Leite

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PPGA, Universidade Federal do Piauí
Teresina, PI
orcid.org/0000-0002-2910-9232

Sâmia dos Santos Matos

Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí
Teresina, PI
orcid.org/0000-0002-4573-9277

José Valdenor da Silva Júnior

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí
Teresina, PI
orcid.org/0000-0002-7763-9158

Kathully Karolaine Brito Torres

Bolsista PIBIC da Universidade Federal do Piauí
Teresina, PI
lattes.cnpq.br/5842168683904176

Francisco Reinaldo Rodrigues Leal

Universidade Estadual do Piauí
Picos, PI
lattes.cnpq.br/9070269041046466

RESUMO: O feijão-mungo tem grande potencial para inserção nos sistemas agrícolas familiares ou empresariais, notadamente na região Nordeste do Brasil, onde as condições edafocliáticas podem favorecer a salinização dos solos e/ou, das águas de irrigação. Assim, a identificação de genótipos com tolerância a salinidade pode viabilizar cultivos de feijão-mungo em condições de estresse salino. O estudo objetivou avaliar as respostas morfofisiológicas nas fase vegetativa de linhagens de feijão-mungo cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Foram avaliados cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CE_{Ei} [0,5 (controle); 2; 4; 6 e 8 dS m⁻¹] e duas linhagens: Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2). A salinidade afetou a altura da planta, diâmetro do caule, número de nós do ramo principal, número de folhas e a massa seca da planta. Os efeitos negativos dos aumentos da salinidade na ALT se intensificam com o avanço do ciclo e a L2 apresentou ALT significativamente superiores à L1 aos 23 e 33 DAS. Houve reduções na massa seca total de 35,5% para L1 e de 54,8% para L2. As linhagens não apresentam diferenças quanto ao conteúdo relativo de água das folhas e índice de tolerância a salinidade. Os efeitos negativos dos aumentos na CE_{Ei} são mais expressivos no final do estágio vegetativo.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna radiata*. Estresse

salino. Resposta morfofisiológica. Tolerância à salinidade.

MUNG BEAN MORPHOPHYSIOLOGY IN RESPONSE TO IRRIGATION WATER SALINITY

ABSTRACT: The mung bean has great potential for insertion in family or business agricultural systems, notably in the Northeast region of Brazil, where soil and climate conditions can favor salinization of soils and/or irrigation waters. Thus, the identification of genotypes with salinity tolerance can enable mung bean crops under saline stress conditions. The objective of this study was to evaluate the morphophysiological responses in the vegetative phase of mung bean lines cultivated under different irrigation water salinity levels. Five levels of electrical conductivity of irrigation water were evaluated - CEai [0.5 (control); 2; 4; 6 and 8 dS m⁻¹] and two strains: Mungo black-PLMG (L1) and Mungo verde-PLMG (L2). Salinity affected plant height, stem diameter, number of nodes on the main branch, number of leaves and plant dry mass. The negative effects of salinity increases on ALT intensify as the cycle progresses, and L2 showed ALT significantly higher than L1 at 23 and 33 DAS. There were reductions in the total dry mass of 35.5% for L1 and 54.8% for L2. The lines did not show differences regarding the relative water content of the leaves and the salinity tolerance index. The negative effects of increases in CEai are more expressive at the end of the vegetative stage.

KEYWORDS: *Vigna radiata*. Saline stress. Morphophysiological response. Salinity tolerance.

1 | INTRODUÇÃO

O feijão mungo é uma leguminosa com grande potencial para inserção nos sistemas agrícolas de produção familiar ou empresarial, notadamente na região Nordeste do Brasil, o que consequente, possibilitará ampliação da produção, consumo e comercialização brasileira, nos cenários interno e externo.

A cultura apresenta ciclo curto, baixo custo produção em monocultivo ou consorciado, como safrinha ou cultura principal, ampla adaptabilidade edafoclimática, aplicação diversificada na alimentação, ótimas características no espectro nutricional e potencial crescente de participação nos mercados interno e principalmente, externo.

As condições de evapotranspiração elevada e baixas precipitações pluviométricas características das regiões Áridas e Semiáridas, podem favorecer o acúmulo excessivo de sais no solo promovendo a salinização dos mesmos (RICHARDS, 1954). A salinidade pode ser provocada por fatores naturais e/ou antrópicos, através de águas salinas e/ou de práticas culturais inadequadas (FAO, 2015), que isoladas ou em conjunto, afetam solos em mais de 100 países (ULLAH *et al.*, 2018), atingindo cerca de 20% dos solos cultivados e 33% das áreas irrigadas (SHRIVASTAVA; KUMAR, 2015). Diversas projeções apontam para a intensificação do processo de salinização dos solos nos próximos anos, como consequências de fatores naturais e principalmente, devido às práticas antrópicas inadequadas usadas em alguns sistema de produção agrícolas.

Atualmente, a salinidade dos solos pode ser limitante para a produção comercial de muitas espécies cultivadas, com consequente redução potencial da produção agrícola, da

sustentabilidade do meio ambiente e da segurança alimentar (HAYAT *et al.*, 2019). Assim, será inevitável a expansão da agricultura para áreas marginais, dentre elas, aquelas de solos salinos (HAYAT *et al.*, 2019) e/ou de águas com diferentes níveis de salinidade para uso na irrigação (TOMAZ *et al.*, 2020).

O feijão-mungo é classificado como sensível à salinidade, com valor limiar de 1,8 dS m⁻¹ (MINHAS *et al.*, 1990). Estudos avaliando o cultivo de feijão-mungo sob estresse salino verificaram redução em parâmetros morfofisiológicos e de crescimento, como número de folhas, comprimento radicular (MANASA *et al.*, 2017), número de ramos (SUNIL KUMAR *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2021), altura da planta, área foliar, taxa de fotossíntese (Mahmood *et al.*, 2016), teor relativo de água (NAHAR *et al.*, 2016) e massa seca (KHAN *et al.*, 2014). Entretanto, entre as linhagens ou variedades de uma espécie, é comum a existência de diferentes níveis de tolerância/resistência aos fatores de estresse. Assim, estudos de avaliação intraespecífica sobre as respostas da cultura aos fatores de estresse é uma alternativa promissora para indentificar a presença de tolerância/resistência ao fator de estresse e reduzir seus efeitos nocivos. O estudo objetivou avaliar as respostas morfofisiológicas nas fase vegetativa de duas linhagens de feijão-mungo cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação..

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no período de novembro a dezembro de 2019, na área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI (5°05'21" S e 42°48'07" O, 72 m de altitude).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 5x2, com seis repetições. Foram avaliados cinco níveis de salinidade da água de irrigação (Sai), correspondentes às condutividades elétricas (CEai) de 0,5 (controle); 2; 4; 6 e 8 dS m⁻¹ e duas linhagens (L) de feijão-mungo, Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2).

O cultivo foi realizado em vasos plásticos de 5,0 dm³ preenchidos com quatro quilogramas de Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe) de textura franco arenosa ou areia franco, com as seguintes características químicas e granulométricas (Tabela 1).

pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	CTC	V	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----					
6,23	0,20	0,13	2,45	0,82	0,09	0,10	1,45	4,94	70,06	81	13	6

Tabela 1 - Características químicas e granulométricas do solo utilizado no experimento. Teresina-PI, 2022

A adubação nos vasos foi realizada com base na análise de solo e conforme

recomendação de Mbeyagala *et al.* (2017), aplicando-se o equivalente a 15 kg de N, 60 kg de P_2O_5 e 100 kg de K_2O ha^{-1} no plantio. A sementeira foi realizada em 18/11/2019 utilizando-se cinco sementes por vaso, em profundidade de 2 cm. O desbaste de plantas foi realizado aos 12 dias após a sementeira (DAS), deixando-se apenas a planta mais vigorosa de cada vaso.

Os níveis de salinidade foram aplicados diariamente, no turno da manhã, via água de irrigação, iniciando-se no 12º DAS, após o surgimento e expansão da primeira folha trifoliada conforme Sehwat *et al.* (2015). A condutividade elétrica específica de cada nível de salinidade da água de irrigação, exceto o controle, foi obtida com a dissolução de NaCl na água, em conformidade com a curva de calibração de Aquino *et al.* (2017) e utilizando-se um condutímetro portátil HM (modelo COM-80) para monitoramento. As irrigações foram efetuadas diariamente para reposição de 100% da capacidade de vaso. Para o controle da irrigação, foi determinada a capacidade de retenção de água do solo nos vasos pelo método da pesagem, sendo realizadas pesagens diárias, no período da manhã, de dois vasos escolhidos ao acaso em cada nível de salinidade.

As variáveis altura das plantas (ALT); diâmetro do caule (DC); número de nós do ramo principal (NNRP) e número de folhas trifoliadas (NFT), foram avaliadas aos 23 e 33 DAS, em seis e três plantas de cada tratamento, respectivamente. As matérias secas: da raiz (MSR), do caule (MSC), das folhas (MSF) e total da planta (MST), índice de tolerância à salinidade (ITS) e conteúdo relativo de água (CRA), foram avaliadas em três plantas de cada tratamento, aos 24 e 34 DAS. As plantas foram coletadas, separadas em raízes, caules e folhas, sendo cada parte, pesada individualmente e acondicionadas em sacos de papel. Em seguida, todas as partes foram colocadas em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingir massa constante, quando determinou-se as massas secas. O conteúdo relativo de água das folhas foi determinado de acordo com Chen *et al.* (2009) e o índice de tolerância a salinidade de acordo com Mustafiz *et al.* (2014).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Teste de Brown-Forsythe). Atendidas essas pressuposições, realizou-se às análises de variâncias ($p < 0,05$) com regressão polinomial para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) utilizando-se o software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito negativo da salinidade na altura da planta com reduções de 23,3 e 49,9% aos 23 e 33 DAS, respectivamente, quando comparadas as respostas das CEai's 0,5 (controle) e 8,0 $dS\ m^{-1}$ (Figura 1A). Aos 23 DAS, houve redução linear de 3,17% na altura da planta para cada unidade de aumento da CEai, porém, aos 33 DAS, as reduções ocasionadas pelos aumentos nas CEai foram de 30,2% para o intervalo de 0,5 a 4,0 dS

m⁻¹, de 47,74% para o intervalo de 0,5 a 6,0 dS m⁻¹ e de apenas 4,1% para o intervalo de 6,0 a 8,0 dS m⁻¹. Estes resultados demonstram que os efeitos negativos dos aumentos da salinidade na ALT ocorrem durante todo o ciclo vegetativo e se intensificam com o avanço do ciclo da cultura.

A L2 apresentou ALT significativamente superiores à L1 aos 23 e 33 DAS (Figura 2A). Silva *et al.* (2021), observaram reduções 31,9% no comprimento do epicótilo e 60,9% no comprimento das plântulas nos potenciais osmóticos de -0,3 e -1,5 MPa quando comparados com o tratamento controle. Os elevados teores de sais solúveis, especialmente o NaCl, causam reduções no potencial hídrico do substrato, reduzindo a capacidade de absorção de água pela planta. Reduções na ALT de feijão-mungo em respostas à salinidade foram observadas por Nawas *et al.* (2021), Sehwat *et al.* (2019), Hapsari e Trustinah (2018). Atividades enzimáticas, metabolismo, divisão celular e fotossíntese são afetados pelo estresse salino (MANASA *et al.*, 2017), que também, pode promover redução do turgor nos tecidos meristemáticos da planta (JAHAN *et al.*, 2020).

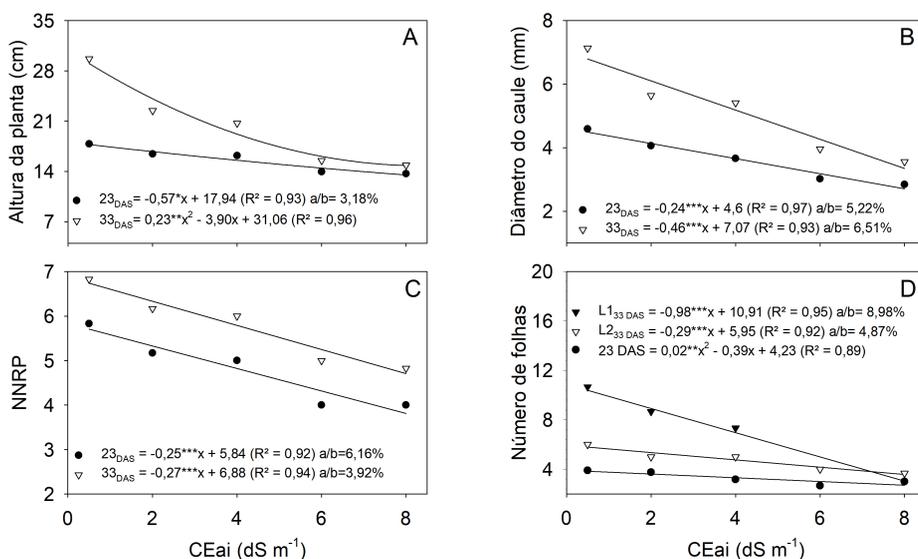


Figura 1 - Altura de planta (A), diâmetro do caule (B), número de nós do ramo principal (NNRP) (C) e número de folhas (D) nas linhagens Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2), cultivadas sob cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aos 23 e 33 DAS.

No diâmetro do caule, observou-se reduções lineares de 38,1 e 50,1% aos 23 e 33 DAS, respectivamente, quando a CEai foi aumentada de 0,5 (controle) para 8,0 dS m⁻¹ (Figura 1B), indicando que os efeitos negativos são cumulativos e, portanto, tornam-se mais severos com o avanço do ciclo da cultura, o que poderá, segundo Bezerra *et al.* (2012), predispor a planta ao acamamento, notadamente na fase produtiva. Para cada unidade de aumento na CEai houve redução linear de 5,2 e 6,5% no DC, respectivamente,

aos 23 e 33 DAS.

Houve decréscimo no número de nós do ramo principal (NNRP) com o aumento da CEai, com reduções de 31,4 e 29,3% aos 23 e 33 DAS, respectivamente (Figura 1C), indicando intensidades similares dos decréscimos nas duas fases de avaliação. Os nós do ramo principal estão associados à produção de gemas reprodutivas, e assim, reduções no NNRP promovem uma diminuição direta no potencial de produção da planta.

Aos 23 DAS, o número de folhas (NF) apresentou redução média de 23,1% com o aumento da CEai de 0,5 para 8,0 dS m⁻¹. Aos 33 DAS, houve interação ($p < 0,05$) entre LxCEai (Figura 1D) com ajustes lineares para as duas linhagens. Quando comparadas as CEai's de 0,5 e 8,0 dS m⁻¹ observaram-se reduções de 65,6 e 38,8% nos NF's de L1 e L2, respectivamente, indicando uma maior capacidade de manutenção das folhas da L2 quando em condições de maiores CEai's. Para cada unidade de aumento na CEai houve redução de 4,9% no NF da L2 e de 10,0% no NF da L1. As duas linhagens apresentaram NF semelhantes nos níveis de 6,0 e 8,0 dS m⁻¹, com 4,0 e 3,7 folhas, respectivamente.

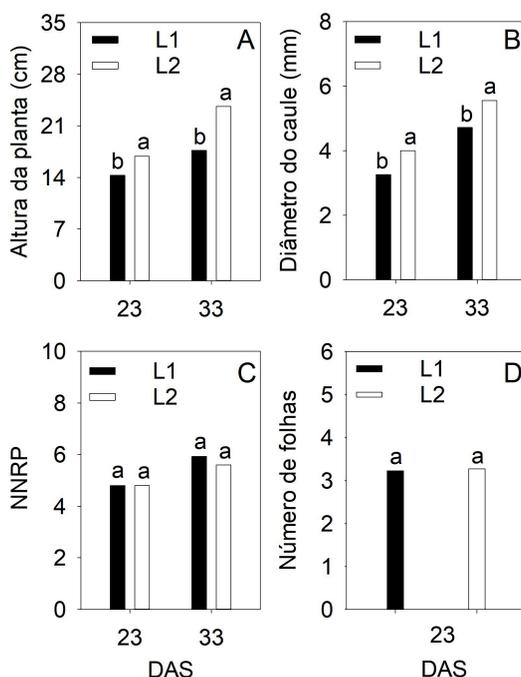


Figura 2 - Altura da planta (A), diâmetro do caule (B), número de nós do ramo principal (NNRP) (C) e número de folhas (D) de duas linhagens de feijão-mungo: Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2), cultivadas sob cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aos 23 e 33 DAS.

A L2 apresentou diâmetro do caule significativamente superiores à L1 aos 23 e 33 DAS (Figura 2B). e não houve diferenças significativas entre L1 e L2 para o número de nós do ramo principal aos 23 e 33 DAS (Figura 2C) e para o número de folhas aos 23 DAS (Figura 2D).

A planta sob estresse pode alterar a morfologia da folha, reduzir a área foliar e iniciar a senescência e abscisão foliar precoce. Essas estratégias diminuem a perda de água, entretanto, também reduzem a capacidade fotossintética da planta, o que afeta diretamente o seu rendimento (TAIZ *et al.*, 2017).

Aos 24 DAS, observou-se respostas lineares sem interações significativas e com reduções de 52,4% na MSF, 57,6% na MSC e 53,4% na MSR quando comparadas as CEai de 0,5 e 8,0 dS m⁻¹ (Figura 3A, B e C). Para a MST houve interação significativa com respostas lineares e reduções de 35,5% para L1 e de 54,8% para L2, demonstrando que a L1 se apresenta mais tolerante aos efeitos negativos dos aumentos nas CEai (Figura 3D).

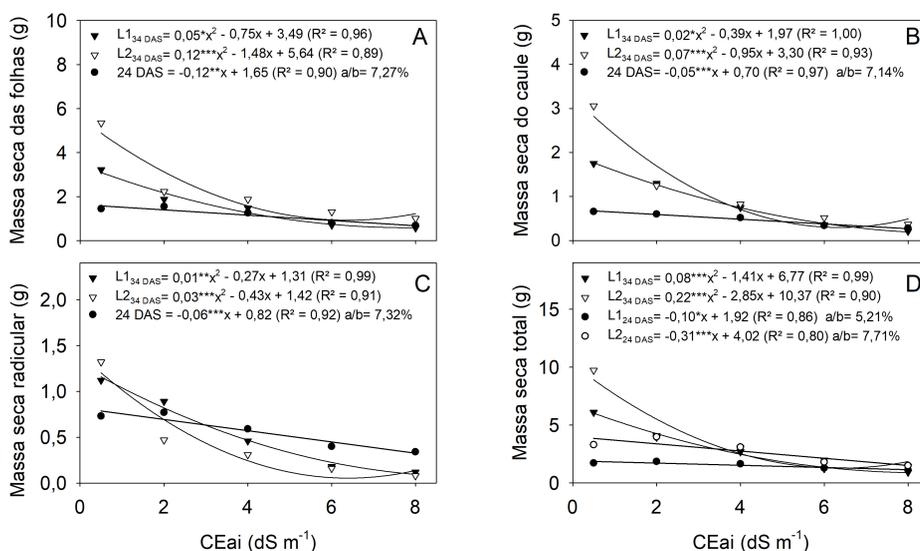


Figura 3 - Massa seca das folhas (MSF) (A), massa seca do caule (MSC) (B), massa seca radicular (MSR) (C) e massa seca total (MST) (D) de duas linhagens de feijão-mungo: Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2), cultivadas sob cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aos 24 e 34 DAS.

Aos 34 DAS houve interações significativas entre LxCEai com respostas quadráticas para MSF, MSC, MSR e MST (Figura 3 A, B, C e D). No intervalo de 0,5 a 4,0 dS m⁻¹ as linhagens sofreram reduções na MSF de 53,8% (L1) e 64,9% (L2); na MSC de 57,1% (L1) e 72,7% (L2); na MSR de 59,1% (L1) e 76,7% (L2) e na MST de 55,7% (L1) e 68,9% (L2). Considerando-se o intervalo de 0,5 a 8,0 dS m⁻¹ as reduções apresentadas pelas duas linhagens foram semelhantes para MSF (82% L1 e 81,8% L2), MSC (87,7% L1 e 87,9% L2)

e MST (84,9% L1 e 85,1% L2), porém, para a MSR, houve uma maior diferença (89,0% L1 e 94,2% L2). As L1 e L2 apresentaram aos 34 DAS, MST com valores máximos no nível de 0,5 dS m⁻¹ de 6,1 e 9,73 g, respectivamente, e pontos de mínimos de 0,6 g (L1) na CEai estimada de 8,8 dS m⁻¹ e de 1,14 g (L2) na CEai de 6,5 dS m⁻¹.

Reduções no desenvolvimento radicular pode provocar uma menor exploração do solo, influenciando diretamente na absorção de água e de nutrientes (AHMAD *et al.*, 2012), como o Ca, Mg e K (MOHAMMED, 2007). Nazar *et al.* (2011) relatam que o aumento da salinidade na zona radicular resulta em maiores teores de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas e raízes e menores teores de N. Além do desbalanceamento na razão K⁺/Na⁺ da planta e, portanto, trazendo impactos negativos sobre o seu crescimento (SEHRAWAT *et al.*, 2014).

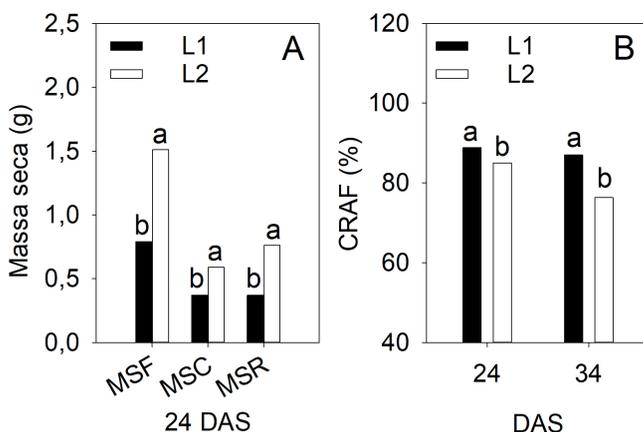


Figura 4 - Massa seca das folhas (MSF), do caule (MSC) e radicular (MSR) (A) aos 24 DAS e conteúdo relativo de água das folhas (CRAF) (B) aos 24 e 34 DAS de duas linhagens de feijão-mungo: Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2), cultivadas sob cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai).

Aos 24 e 34 DAS a L1 apresentou menor redução na massa seca total com a elevação da CEai quando comparada a L2, indicando que essa linhagem é menos afetada quando ocorre incrementos na CEai. Resultado atribuído ao maior investimento da planta na regulação osmótica, com do crescimento e acúmulo de massa seca (AHMAD *et al.*, 2012). A massa seca tem uma relação de acúmulo direta com a taxa de fotossíntese (SUNIL KUMAR *et al.*, 2012).

Houve redução linear do índice de tolerância à salinidade aos 24 DAS e quadrática aos 34 DAS (Figura 5A). Observou-se que, quanto mais elevada é a CEai, menor é o índice de tolerância a salinidade. Contudo, as linhagens não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 5B).

Sob estresse salino, as linhagens apresentaram clorose de forma gradual, inicialmente em folhas mais velhas e em seguida atingindo as folhas jovens, a qual evoluiu

para uma necrose, de mesma tendência anterior, atingindo gradualmente a planta da base para o ápice. Isso ocorre devido o aumento da absorção e acúmulo de Na^+ e Cl^- nas folhas em detrimento de N, P e Ca, nesse sentido, a deficiência de N e Ca na planta pode provocar à clorose, enquanto a defeciência de P provoca à necrose das folhas (WAHID *et al.*, 2004).

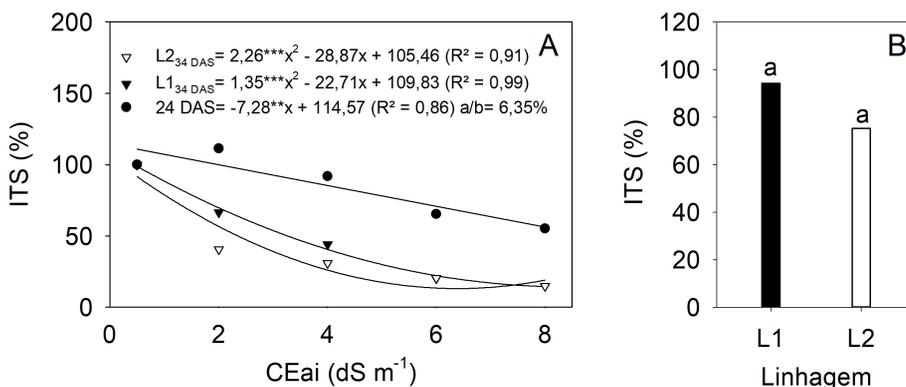


Figura 5 - Índice de tolerância a salinidade (ITS) de duas linhagens de feijão-mungo: Mungo black-PLMG (L1) e Mungo verde-PLMG (L2), cultivadas sob cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) aos 24 e 34 DAS.

De maneira geral, o estresse salino afetou os parâmetros morfofisiológicos e de crescimento das duas linhagens avaliadas nesse estudo. Contudo, os efeitos da salinidade foram menos prejudiciais no início do que no final do estágio vegetativo. Nesse último, atribui-se o efeito acumulativo do sal sobre a senescência foliar e, conseqüentemente, a morte das plantas nos níveis de CEai de 6 e 8 dS m⁻¹, indicando que sob elevado estresse salino essas linhagens não conseguem chegar ao estágio reprodutivo.

CONCLUSÕES

O estresse salino tem efeito negativo em todas as características morfofisiológicas e o crescimento avaliadas nas duas linhagens que se intensificam com o avanço do ciclo.

No intervalo de 0,5 a 4,0 dS m⁻¹, a L1 é mais tolerante que a L2 e apresenta menores reduções nas matérias secas da raiz, do caule, da folha e total, porém, não apresentam diferenças quanto ao conteúdo relativo de água das folhas e índice de tolerância a salinidade.

REFERÊNCIAS

Ahmad, M., Zahir, Z.A., Asghar, H.N., Arshad, M. The combined application of rhizobial strains and plant growth promoting rhizobacteria improves growth and productivity of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salt-stressed conditions. **Annals of Microbiology**. v. 62, p. 1321–1330, 2012.

Aquino, J.P.A., Bezerra, A.A.C., Alcântara Neto, F., LIMA, C.J.G.S., Sousa, R.R. Morphophysiological responses of cowpea genotypes to irrigation water salinity. **Revista Caatinga**. v. 30, p. 1001-1008, 2017.

Bezerra, A.A.C., Alcântara Neto, F., Neves, A.C., Maggioni, K. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 55, p. 184-189, 2012.

Chen, J., Shiyab, S., Han, F.X., Monts, D.L., Waggoner, C.A., Yang, Z., Su, Y. Bioaccumulation and physiological effects of mercury in *Pteris vittata* and *Nephrolepis exaltata*. **Ecotoxicology**. v. 18, p. 110–121, 2009.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. FAO, Rome. 2015. 650 p.

Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, p. 1039-1042, 2011.

Hapsari, R. T., Trustinah. Salinity Tolerance of Mungbean Genotypes at Seedling Stage. **Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education**. v. 10, p. 408-415, 2018.

Hayat, K., Bundschuh, J., Jan, F., Menhas, S., Hayat, S., Haq, F., Shah, M.A., Chaudhary, H.J., Ullah, A., Zhang, D., Zhou, Y., Zhou, P. 2019. Combating soil salinity with combining saline agriculture and phytomanagement with salt-accumulating plants. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**. v. 50, p. 1085-1115, 2018.

Khan, M.I.R., Asgher, M., Khan, N.A. 2014. Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (*Vigna radiata* L.). **Plant Physiology and Biochemistry**. v. 80, p. 67-74, 2018.

Mahmood, S., Daur, I., Al-Solaimani, S.G., Ahmad, S., Madkour, M.H., Yasir, M., Hirt, H., Ali, S., Ali, Z. 2016. Plant growth promoting rhizobacteria and silicon synergistically enhance salinity tolerance of mung bean. **Frontiers in Plant Science**. v. 7, p. 1-14, 2018.

Manasa, R., Bindumadhava, H., Nair, R., Prasad, G., Shankar, A. Screening mungbean (*Vigna radiata* L.) lines for salinity tolerance using salinity induction response technique at seedling and physiological growth assay at whole plant level. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**. v. 7, p. 1-12, 2017.

Mbeyagala, K.E., Amayo, R., Obuo, J.P., Pandey, A.K., War, A.R., Nair, R.M. A manual for mungbean (greengram) production in Uganda. **National Agricultural Research Organization (NARO)**, Uganda. 2017. 32 p.

Minhas, P.S., Sharma, D.R., Khosla, B.K. 1990. Mungbean response to irrigation with waters of different salinities. *Irrigation Science* 11: 57-62.

Mohammed, A.H.M.A. Physiological aspects of mungbean plant (*Vigna radiata* L. Wilczek) in response to salt stress and gibberellic acid treatment. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**. v. 3, p. 200-213, 2007.

Mustafiz, A., Ghosh, A., Tripathi, A.K., Kaur, C., Ganguly, A.K., Bhavesh, N.S., Tripathi, J.K., Pareek, A., Sopory, S.K., Singla-Pareek, S.L. 2014. A unique Ni²⁺-dependent and methylglyoxal-inducible rice glyoxalase I possesses a single active site and functions in abiotic stress response. **The Plant Journal**. v. 78, p. 951–963, 2007.

Nahar, K., Hasanuzzaman, M., Rahman, A., Alam, M.M., Mahmud, J.-A., Suzuki, T., Fujita, M. Polyamines confer salt tolerance in mung bean (*Vigna radiata* L.) by reducing sodium uptake, improving nutrient homeostasis, antioxidant defense, and methylglyoxal detoxification systems. **Frontiers in Plant Science**. v. 7, p. 1-14, 2016.

Nawaz, M., Ashraf, M.Y., Khan, A., Nawas, F. 2021. Salicylic Acid– and Ascorbic Acid – Induced salt tolerance in Mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) accompanied by oxidative defense mechanisms. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. v. 21, p. 2057-2071, 2016.

Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S., Khan, N.A. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. **Journal of Plant Physiology**. v. 168, p. 807-815, 2011.

Richards, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA, Washington, 1954. 160 p.

Silva, E. C.,1, Silva, L. S., Galvão, C. S. G., Ferreira, N. C. F., Masiero, M. A., Oliveira, L. A. B., Reis, W., Menechini, W. Qualidade fisiológica de sementes de feijão mungo submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v. 11, p. 207-212, 2021.

Sehrawat, N., Bhat, K.V., Sairam, R.K., Jaiwal, P.K. Screening of mungbean [*Vigna Radiata* (L.) Wilczek] genotypes for salt tolerance. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**. v. 4, p. 36-43, 2014.

Sehrawat, N., Yadav, M., Bhat, K.V., Sairam, R.K., Jaiwal, P.K. Effect of salinity stress on mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] during consecutive summer and spring seasons. **Journal of Agricultural Sciences**. v. 60, p. 23-32, 2015.

Sehrawat, N., Yadav, M., Sharma, A. K., Kumar, V., Bhat, K. V. Salt stress and mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]: effects, physiological perspective and management practices for alleviating salinity. **Archives of Agronomy and Soil Science**. v. 65, p. 1287-130, 2019.

Shrivastava, P., Kumar, R. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**. v. 22, p. 123–131, 2019.

Sunil Kumar, B., Prakash, M., Narayanan, S., Gokulakrishnan, J. 2012. Breeding for salinity tolerance in mungbean. **APCBEE Procedia** 4: 30–35.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed, Porto Alegre. 2017. 858 p.

Tomaz, A., Palma, P., Alvarenga, P., Gonçalves, M.C. Soil salinity risk in a climate change scenario and its effect on crop yield. 351–396. In: Prasad, M. N. V., Pietrzykowski, M. **Climate Change and Soil Interactions**. Elsevier. p. 351-396. 2020.

Ullah, S., Dahlawi, S., Naeem, A., Rengel, Z., Naidu, R. Biochar application for the remediation of salt-affected soils: Challenges and opportunities. **Science of The Total Environment**. v. 625, p. 320–335. 2018.

Wahid, A., Hameed, M., Rasul, E. Salt-induced injury symptom, changes in nutrient and pigment composition, and yield characteristics of mungbean. **International Journal of Agriculture & Biology**. v. 6, p. 1143–1152. 2004.