

MORFOLOGIA DO FEIJÃO SUBMETIDO À DEFICIÊNCIA HÍDRICA COM E SEM APLICAÇÃO DE VITAMINA

FERNANDA PACHECO DE ALMEIDA PRADO BORTOLHEIRO ¹, ADRIELLY PATRÍCIA BATISTA ARAÚJO ², MURILO BATTISTUZZI MARTINS ³, EDUARDO PRADI VENDRUSCOLO ⁴, CÁSSIO DE CASTRO SERON ⁵, EDILSON COSTA ⁶

¹ Eng. Agrônoma, Doutora, Pós-doutoranda, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS/Cassilândia-MS, fpapbortolheiro@gmail.com

² Graduada em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS/Cassilândia-MS

³ Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Doutor, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS/Cassilândia-MS

⁴ Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Doutor, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS/Cassilândia-MS

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Doutor, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS/Cassilândia-MS

⁶ Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Doutor, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS/Cassilândia-MS

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: O objetivo do trabalho foi de avaliar os efeitos da aplicação exógena de tiamina e piridoxina sobre as características morfológicas da cultura do feijão. O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia - MS, Brasil. Os tratamentos foram constituídos por um genótipo de feijão, dois níveis de potencial de água no solo (100% da capacidade de campo (CC) e 70% da CC), com e sem aplicação de vitamina (tiamina e piridoxina) via foliar. Foram avaliadas as características morfológicas de altura da planta, diâmetro de caule, massa de matéria seca de folhas, massa de matéria seca de caule, área foliar e número de vagens por planta. A deficiência hídrica proporcionou alteração na morfologia das plantas de feijão. A aplicação das vitaminas tiamina e piridoxina via foliar no estágio V4 não proporcionaram a manutenção da altura, diâmetro, massa seca de folhas e caule, área foliar e número de vagens em deficiência hídrica, com redução para todos os parâmetros avaliados. Por outro lado, nos tratamentos com irrigação em capacidade de campo, a aplicação de piridoxina proporcionou aumento na área foliar e a aplicação de tiamina e piridoxina aumentaram o número de vagens do feijão.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., tiamina, piridoxina, estresse hídrico.

MORPHOLOGY OF BEANS SUBJECTED TO WATER DEFICIENCY WITH AND WITHOUT VITAMIN APPLICATION

ABSTRACT: The objective of this experiment was to verify the effects of thiamine and pyridoxine application on bean morphological characteristics. The experiment was carried out at the Mato Grosso do Sul State University, Cassilândia University Unit, Cassilândia - MS, Brazil. The treatments consisted of a bean genotype, two levels of water potential in the soil (100% of field capacity (CC) and 70% of CC), with and without vitamin application (thiamine and pyridoxine) in leaves. The morphological characteristics of plant height, stem diameter, leaf dry matter mass, stem dry matter mass, leaf area and number of pods per plant

were evaluated. Water deficiency caused changes in beans morphology. Foliar application of vitamins thiamine and pyridoxine at V4 stage did not provide maintenance of height, diameter, dry mass of leaves and stem, leaf area and number of pods in water deficiency, with a reduction for all parameters evaluated. On the other hand, in treatments with field capacity irrigation, pyridoxine application provided an increase in leaf area and thiamine and pyridoxine application increased the number of common bean pods.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L., thiamine, pyridoxine, water stress.

INTRODUÇÃO

A deficiência hídrica é um dos maiores problemas que afeta as áreas agricultáveis do mundo, e tem sido o principal fator limitante para a produtividade das culturas. A resposta das plantas as condições de déficit hídrico podem variar dependendo da duração e da intensidade do estresse, da espécie e idade da planta. Geralmente, o déficit hídrico induz mudanças hormonais e enzimáticas nas plantas (BRAY, 1997; FAROOQ et al., 2008), fechamento estomático, redução na taxa de transpiração e assimilação de CO₂, aumento na degradação de clorofilas (PAKARSH, SINGH, 2020), aumento no sistema antioxidante (FAROOQ et al., 2008; EL-MAGEED et al., 2023), levando a redução no crescimento, área foliar, altura e na produtividade.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um excelente alimento para a nutrição humana, é considerado um dos alimentos mais completos em nutrientes, e é consumido no mundo todo (KOTUE et al., 2018), é um dos mais importantes componentes da alimentação da população brasileira. A produção brasileira de feijão em 2023/24 está estimada em 3,3 milhões de toneladas, em 2,8 milhões de hectares (CONAB, 2024). No mundo, a produção de feijão em 2022 foi de 28,3 milhões de toneladas (FAO, 2024). No Brasil, o feijão pode ser cultivado em três safras durante o ano agrícola, conhecidas como; primeira safra ou safra das águas, caracterizada por alto índice de chuvas; segunda safra ou safra da seca, com menor índice de chuvas e terceira safra ou safra de outono/inverno, geralmente cultivado com irrigação.

Os fatores climáticos, principalmente a precipitação e a temperatura podem influenciar significativamente na produção de feijão. Um dos desafios da agricultura é aumentar a produção de grãos e alimento, com a finalidade de suprir as necessidades de uma população crescente nas próximas décadas. Portanto é fundamental o uso de recursos que melhorem a capacidade das plantas de resistir a períodos de deficiência hídrica e possam aumentar a produtividade das culturas. A aplicação de vitaminas pode ser um desses recursos.

A tiamina e piridoxina são vitaminas do grupo das B vitaminas, respectivamente, B1 e B6, a tiamina atua no metabolismo de gorduras e carboidratos, na síntese e redução de enzimas, sendo necessária em diversos sistemas na planta (EL-METWALLY; SADAK, 2019; EL-BASSIOUNY et al., 2023). A piridoxina participa do metabolismo do glicogênio e síntese de aminoácidos e inúmeras enzimas, é considerada um potente antioxidante (EL-BASSIOUNY et al., 2023). As vitaminas atuam como bio-reguladoras e são precursoras de hormônios nas plantas, influenciando no crescimento e desenvolvimento dos vegetais, também atuam reduzindo os efeitos do estresse na planta, reduz as espécies reativas de oxigênio (EROs), aumenta ou mantém a síntese de clorofilas, auxilia na produção de compostos antioxidantes e no metabolismo secundário (GOYER, 2010; AMJAD et al., 2021; JABEEN et al., 2021; EL-BASSIOUNY et al., 2023), consequentemente melhora a capacidade da planta em resistir as condições de estresses. Diversos estudos observaram aumento na altura de plantas, massa seca, índice de clorofila, taxa de assimilação de CO₂, compostos antioxidantes e na produtividade das culturas em condições estressantes com aplicação de vitaminas (GOYER, 2010; VENDRUSCOLO et al., 2020; AMJAD et al., 2021;

JABEEN et al., 2021; EL-BASSIOUNY et al., 2023; VENDRUSCOLO et al., 2024) e de compostos antioxidantes, como a glutathione (EL-MAGEED et al., 2023).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi de avaliar os efeitos da aplicação exógena de tiamina e piridoxina sobre as características morfológicas da cultura do feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Cassilândia (UEMS), localizada no município de Cassilândia – MS com latitude “19°05’50””, longitude “51°05’64”” e altitude 550 metros. O experimento foi realizado em vasos contendo 10 litros de solo seco, coletado da área experimental e classificado como Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (Embrapa, 2018).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, constituído por um genótipo de feijão, dois níveis de potencial de água no solo (capacidade de campo (CC) e deficiência hídrica (DH)), com e sem aplicação de vitamina (Tiamina e Piridoxina) via foliar. O potencial de água no solo de 100% da CC foi considerado como controle, e 70% da CC foi considerado como deficiência hídrica (DOOREMBOS; KASSAM, 1979; CAVALCHE et al., 1997; FISCHER FILHO et al., 2015).

Para caracterização hídrica do solo, foi determinada a curva de retenção de água no solo, conforme metodologia descrita por Souza (2016), obtida através de tensiômetros instalados nos vasos, o solo do vaso foi saturado, a umidade do solo em condição de capacidade de vaso equivaleu a aproximadamente 0,25 kg kg⁻¹, sendo esse, o teor máximo de água que o solo é capaz de reter, para que não ocorra drenagem de água e nutrientes, posteriormente, a variação foi acompanhada por medidas da massa do vaso e tensão correspondente. Considerando que as leituras foram realizadas até a tensão de 80 kPa, após o término da coleta de valores de massa e tensão de água no solo, foi ajustada a curva de retenção de água no solo pelo modelo de Van Genuchten (1980).

O monitoramento de umidade nos vasos foi realizado diariamente, com o auxílio de uma balança digital, as plantas foram hidratadas com a quantidade necessária para manter o teor de umidade equivalente ao tratamento. No tratamento CC foi acrescentado até 2.500 ml de água, enquanto no tratamento DH foi adicionado até 710 ml de água, de acordo com a necessidade. A irrigação foi realizada manualmente, utilizando um recipiente graduado.

A semeadura do feijão ocorreu em 14 de abril de 2023, a deficiência hídrica foi iniciada em 10 de maio de 2023, aos 23 dias após a emergência das plantas, quando as plantas estavam no estádio V4, a aplicação das vitaminas ocorreu nesta mesma data. Foram avaliadas as características morfológicas de altura da planta (cm), diâmetro de caule (mm), massa de matéria seca de folhas (g), massa de matéria seca de caule (g), área foliar (dm²) e número de vagens por planta. A avaliação ocorreu dia 26 de maio de 2023, 16 dias após a aplicação dos tratamentos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% nível de significância. Para as análises dos dados utilizou-se o software Minitab 16.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A deficiência hídrica promoveu redução na altura de plantas, no diâmetro, na massa de matéria seca de folhas, na massa de matéria seca do caule, na área foliar e no número de vagens por planta (Figura 1). As plantas quando em condição de estresse por deficiência hídrica têm significativa redução no crescimento, altura e massa de matéria seca, como já observados em feijão (EL-MAGEED et al., 2023), milho (VENDRUSCOLO et al., 2024),

arroz (VENDRUSCOLO et al., 2020), turnip (*Brassica rapa* L.) (JABEEN et al., 2021) e trigo (AMJAD et al., 2021; EL-BASSIOUNY et al., 2023).

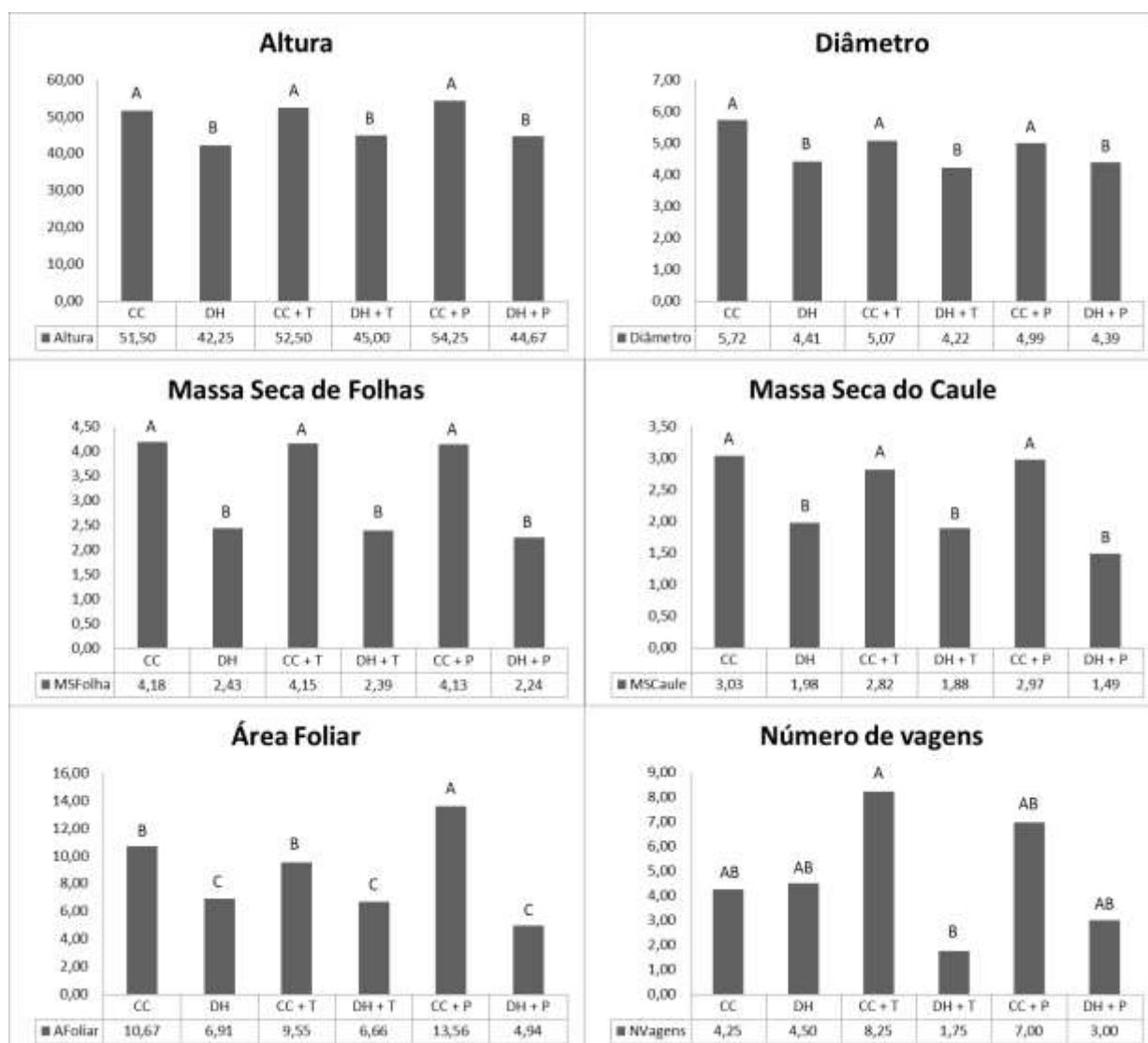


FIGURA 1. Altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), massa seca de folhas (g), massa seca do caule (g), área foliar (dm²) e número de vagens por planta, de plantas de feijão em dois regimes hídricos (capacidade de campo (CC) e deficiência hídrica (DH)), sem aplicação de vitaminas, com aplicação de tiamina (T) e com aplicação de piridoxina (P) aos 16 dias após a aplicação dos tratamentos.

A aplicação das vitaminas não proporcionou melhora nas características morfológicas das plantas de feijão de altura, diâmetro, massa de matéria seca de folhas, massa de matéria seca de caule e área foliar em condições de deficiência hídrica (Figura 1), pois os resultados foram estatisticamente semelhantes ao tratamento com deficiência hídrica e sem aplicação de vitaminas (DH). No entanto, comparando os tratamentos em deficiência hídrica, a aplicação de tiamina (DH+T) proporcionou menor redução em altura, diâmetro, massa seca do caule e área foliar em comparação com o tratamento CC+T, em relação a redução causada pela DH, comparada ao CC, o que pode indicar que a aplicação de tiamina pode ajudar as plantas de feijão em períodos de deficiência hídrica. Resultado semelhante foi observado por El-Mageed et al. (2023), a aplicação de glutathione proporcionou manutenção na altura, número de folhas, área foliar e massa seca de plantas de feijão em estresse hídrico moderado (80% da

evapotranspiração) semelhantes ao controle, e em estresse mais severo (60% da evapotranspiração) apesar da redução nos parâmetros morfológicos, esta foi menor em relação ao estresse sem aplicação do antioxidante. Os autores também observaram aumento significativo no sistema antioxidante da cultura em condição de estresse e com a aplicação da glutatona. O sistema antioxidante atua reduzindo os efeitos do estresse, através da redução nas EROs, e assim a manutenção do funcionamento normal da planta (DAS, ROYCHOUDHURY, 2014; FAROOQ et al., 2008), a glutatona proporcionou aumento no sistema antioxidante do feijão, manutenção da integridade da membrana, conteúdo de água na folha e capacidade fotossintética, e assim, reduziu dos efeitos do estresse hídrico (EL-MAGEED et al., 2023).

Por outro lado, Vendruscolo et al. (2024) observaram incremento na altura de plantas e massa de matéria seca após a aplicação de tiamina e piridoxina em milho submetido à deficiência hídrica no estágio de desenvolvimento V4, o aumento no crescimento das plantas pode ser explicado por um aumento na condutância estomática, taxa de assimilação líquida e eficiência no uso da água pelas plantas. O feijão-fava teve o seu crescimento reduzido em condições de estresse salino, com redução na altura, massa seca e área foliar, a aplicação de vitamina promoveu aumento nos parâmetros de crescimento, mesmo em condições de estresse, foi observado também aumento no sistema antioxidante da cultura, o que pode ter proporcionado a resistência ao estresse (EL-METWALLY; SADAK, 2019). A aplicação de tiamina e piridoxina proporcionaram aumento na altura, número de folhas, massa seca e produtividade das plantas de trigo cultivadas em deficiência hídrica, com valores superando o tratamento controle (EL-BASSIOUNY et al., 2023).

A aplicação de piridoxina proporcionou aumento na área foliar, em capacidade de campo (CC+P), de 27% em comparação com o tratamento controle (CC). Para a variável número de vagens por planta, a aplicação de tiamina e piridoxina estimulou o aumento no número de vagens no regime hídrico em capacidade de campo, com incremento de 94 e 65%, respectivamente, no número de vagens produzidas em comparação com o CC.

O baixo número de vagens observado nos tratamentos DH+T e DH+P pode ter ocorrido devido a um atraso no desenvolvimento da cultura ocasionado pela aplicação das vitaminas, visto que a cultura não estava na fase de colheita, portanto ainda estava em processo de desenvolvimento, o mesmo não foi observado no tratamento DH sem aplicação das vitaminas. Um dos mecanismos de escape do estresse hídrico utilizado pelas plantas pode ser o adiantamento/ encurtamento do ciclo, com florescimento e produção precoces (FAROOQ et al., 2008).

A aplicação de vitaminas traz benefícios para as plantas para lidar com os estresses ambientais, a época de aplicação da vitamina pode influenciar na resposta da planta, promovendo efeito positivo ou nenhum efeito em condições de estresse (VENDRUSCOLO et al., 2024), bem como, a duração e intensidade do estresse. A amenização dos efeitos do estresse com aplicação de vitaminas ou antioxidantes foram observados em turnip (JABEEN et al., 2012), arroz (VENDRUSCOLO et al., 2020) e trigo (AMJAD et al., 2021; EL-BASSIOUNY et al., 2023), feijão (EL-MAGEED et al., 2023), milho (VENDRUSCOLO et al., 2024).

CONCLUSÕES

A deficiência hídrica altera a morfologia das plantas de feijão, com redução na altura, diâmetro, massa de matéria seca e área foliar.

A aplicação das vitaminas tiamina e piridoxina via foliar no estágio V4 não proporcionaram a manutenção da altura, diâmetro, massa seca de folhas e caule, área foliar e número de vagens em deficiência hídrica, com redução para todos os parâmetros avaliados.

Por outro lado, nos tratamentos com irrigação em capacidade de campo, a aplicação de piridoxina proporcionou aumento na área foliar e a aplicação de tiamina e piridoxina aumentaram o número de vagens do feijão.

As vitaminas promovem melhorias em algumas características morfológicas do feijão, e podem auxiliar em períodos de estresse, apesar de não atenuarem os efeitos da deficiência hídrica no feijão comum nas condições deste trabalho.

AGRADECIMENTOS: Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade de Cassilândia-MS e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-doutorado de FPAPB.

REFERÊNCIAS:

AMJAD, S.F.; MANSOORA, N.; YASEEN, S.; KAMAL, A.; BUTT, B.; MATLOOB, H.; ALAMRI, S.A.M.; ALRUMMAN, S.A.; EID, E.M.; SHAHBAZ, M. Combined use of endophytic bacteria and pre-sowing treatment of thiamine mitigates the adverse effects of drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. **Sustainability**, v. 13, p. 6582, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13126582>

BRAY, E.A. Plant response to water deficit. **Trends in Plant Science**, v. 2, n. 2, 1997. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(97\)82562-9](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(97)82562-9)

CALVACHE, A.M.; REICHARD, K.; MALAVOLTA, E.; BACCHI, O.O.S. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso de água em uma cultura do feijão. **Scientia Agricola**, v. 54, 1997. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161997000200019>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de safra Maio 2024**. Acessado em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>

DAS K.; ROYCHOUDHURY A. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, p. 1–13, 2014. <http://doi.org/10.3389/fenvs.2014.00053>.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. Yield response to water. FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

EL-BASSIOUNY, H.; SADAK, M.; MAHFOUZ, S.; EL-ENANY, M.; ELEWA, T. Use of Thiamine, Pyridoxine and Bio stimulant for Better Yield of Wheat Plants Under Water Stress: Growth, Osmoregulations, Antioxidantive Defence and Protein Pattern. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 66, p. 407-424, 2023. <http://doi.org/10.21608/ejchem.2022.160140.6898>

EL-METWALLY, I.M.; SADAK, M.S. Physiological role of thiamine and weed control treatments on faba bean and associated weeds grown under salt affected soil. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 43, p. 105, 2019. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0142-6>

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Edição, Embrapa Solos, 2018, 355 p.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Statistics Resource Repository**. 2024. Acessado em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N.; FUJITA, D.; BASRA, S.M.A. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, p. 185–212, 2009. <https://doi.org/10.1051/agro:2008021>

FISCHER FILHO, J.A.; ZOCOLER, J.L.; POLONI, N.M. Fator de resposta (ky) do feijoeiro ao estresse hídrico. **Cultura Agronômica**, v. 24, p. 309-318, 2015.

JABEEN, M.; AKRAM, N.A.; ASHRAF, M.; ALYEMENI, M.N.; AHMAD, P. Thiamin stimulates growth and secondary metabolites in turnip (*Brassica rapa* L.) leaf and root under drought stress. **Physiologia Plantarum**, v. 172, p. 1399-1411, 2021. <https://doi.org/10.1111/ppl.13215>

KOTUE, T.C.; MARLYNE JOSEPHINE, M.; WIRBA, L.Y.; AMALENE, S.R.H.; NKENMENI, D.C.; KWUIMGAIN, I.; DJOTE, W.N.B.; KANSCI, G.; FOKOU, E.; FOKAM, D.P.; Nutritional properties and nutrients chemical analysis of common beans seed. **MOJ Biology and Medicine**, v. 2, p. 41-47, 2018.

MAGEED, T.A.A.E.; SEMIDA, W.; HEMIDA, K.A.; GYUSHI, M.A.H.; RADY, M.M.; ABDELKHALIK, A.; MERAH, O.; BRESTIC, M.; MOHAMED. H.I.; SABAGH, A.E.; ABDELHAMID, M.T. Glutathione-mediated changes in productivity, photosynthetic efficiency, osmolytes, and antioxidant capacity of common beans (*Phaseolus vulgaris*) grown under water deficit. **PeerJ**, v. 11, e15343, 2023. <http://doi.org/10.7717/peerj.15343>

PARKASH, V.; SINGH, S. A review on potential plant-based water stress indicators for vegetable crops. **Sustainability**. 2020. <https://doi.org/10.3390/su12103945>

SOUZA, A.H.C. Resposta da cultura da berinjela fertirrigada utilizando gotejamento com doses de nitrogênio e potássio em ambiente protegido. **Dissertação**, Universidade Estadual de Maringá, 2016, 69p.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, v. 44, p. 892-898, 1980.

VENDRUSCOLO, E.P.; RODRIGUES, A.H.A.; OLIVEIRA, P.R.; LEITÃO, R.A.; CAMPOS, L.F.C.; SELEGUINI, A.; LIMA, S.F. Exogenous application of thiamine on upland rice submitted to water deficit. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. 2020. <https://doi.org/10.32404/10.5965/223811711912020048>

VENDRUSCOLO, E.P.; SILVA FILHO, M.X.; COSTA, A.C.; BORTOLHEIRO, F.P.A.P.; SERAFIM, G.M.; LIMA, S.F.; SERON, C.C.; MARTINS, M.B.; ALVES, V.C.D. Vitamins can ameliorate the effects of water deficit on the gas exchange and initial growth of maize. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, 2024. <https://doi.org/10.1007/s12892-024-00238-3>