

BIOINSUMOS NA MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO EM FEIJÃO COMUM: UM ESTUDO PRELIMINAR

**MARIA ALBERTINA MONTEIRO DOS REIS¹, ANDERSON PRATES COELHO²,
LUIZ FABIANO PALARETTI³**

¹ Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, (85) 997892750, mralbertinars@gmail.com

² Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

³ Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor do Depto de Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Jaboticabal-SP.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Estratégias que visam a mitigação de efeitos do déficit hídrico no feijoeiro comum são preponderantes, no entanto, devem ser adotadas sob sólidas premissas técnicas. O objetivo no presente trabalho foi realizar um estudo preliminar quanto ao uso de bioinsumos na mitigação do estresse hídrico no desenvolvimento do feijoeiro comum. Os tratamentos foram combinados em três fatores: duas cultivares de feijão comum (IAC Imperador e IPR Campos Gerais), dois regimes hídricos e aplicação de bioinsumos (bioestimulante e biofertilizante). O experimento foi realizado em casa de vegetação com delineamento em blocos ao acaso. Foi avaliada a matéria seca da parte aérea, teor de clorofila total, taxa de crescimento relativo e área foliar. Os tratamentos foram avaliados por meio das curvas de acúmulo de matéria seca. A utilização de bioestimulante mostrou-se uma alternativa à redução de efeitos de déficit hídrico no feijoeiro comum. Sendo, portanto, necessários estudos em campo para a avaliação de seus efeitos.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L.; bioestimulante; biofertilizante.

BIO-INPUTS IN WATER DEFICIT MITIGATION IN COMMON BEANS: A PRELIMINARY STUDY

ABSTRACT: Strategies aimed at mitigating the effects of water deficit in common bean are preponderant, however, they must be adopted under solid technical premises. The objective of this work was to carry out a preliminary study on the use of bio-inputs to mitigate water stress in the growth of common bean. The treatments were combined in three factors: two common bean cultivars (IAC Imperador and IPR Campos Gerais), two water regimes and application of bio-inputs (biostimulant and biofertilizer). The experiment was carried out in a greenhouse with a randomized block design. The shoot dry matter, total chlorophyll content, relative growth rate and leaf area was evaluated. The treatments were evaluated using shoot dry matter accumulation curves. The use of biostimulant proved to be an alternative to reducing the effects of water deficit in common bean. Therefore, field studies are needed to evaluate its effects.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L.; bioestimulant; biofertilizer.

INTRODUÇÃO: O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais importante no mundo cultivada para alimentação (WILKER et al., 2020). A disseminação do feijão como alimento básico importante e amplamente produzido se deve ao fato de ser fonte econômica de nutrientes, com alto teor de proteínas, fibras, baixo teor de gordura saturada, vitaminas, minerais e fitoquímicos, podendo ser utilizado como substituto à proteína animal (HUMMEL et al., 2018; RAMIREZ-CABRAL et al., 2016).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de feijão no mundo (FAO, 2020). Isso se deve a possibilidade de realização de três safras de cultivo do feijão anualmente, com produtividade média de 1.100 kg ha⁻¹ na safra 2019/20 (CONAB, 2021). Além dos benefícios à nutrição humana, o feijão é sustentável do ponto de vista ambiental, quando cultivado em rotação à outras culturas ou em consórcio (RUBIALES e MIKIC, 2015), promovendo fixação biológica de nitrogênio.

As variações climáticas ameaçam o rendimento das safras e a qualidade dos produtos obtidos. Neste contexto, a irregularidade volumétrica e temporal das chuvas, geram restrições hídricas, ao cultivo do feijão, que podem resultar em perdas de 10 a 100% na produção (NEMESKÉRI et al., 2018; POLANIA et al., 2016). O feijão é uma cultura susceptível à estresse hídrico por déficit ou excesso (Bastos et al., 2012), podendo causar diferentes efeitos nos estádios de desenvolvimento das plantas (PASSIOURA, 2012; PURUSHOTHAMAN et al., 2016). Portanto, é necessário o estudo de formas de manejo para que a produção não seja afetada severamente por este estresse abiótico.

Algumas estratégias podem ser utilizadas para mitigar o efeito do déficit hídrico, como a utilização de cultivares mais eficientes no uso da água e tolerantes ao estresse hídrico (Heshmat et al., 2020); estratégias para aprofundamento radicular, a fim de encontrar umidade e nutrientes no solo em camadas mais profundas (BELACHEW, et al. 2019; CAHILL e MCNICKLE, 2011; ZHANG et al., 2016) e a utilização de bioinsumos que vem se destacando.

A utilização de bioinsumos é uma técnica em expansão, com estimativa de crescimento de 10,4% no mercado global destes produtos até 2021 e a área de aplicação deve atingir 24,9 milhões de hectares (MICROMARKET MONITOR, 2021). Os bioinsumos atuam no combate aos estresses abióticos por meio de incremento hormonal e nutricional (OLIVEIRA et al., 2016). Dentre os bioinsumos, destacam-se os bioestimulantes e biofertilizantes.

Nesse sentido, o objetivo no presente trabalho foi realizar um estudo premilinar quanto ao uso de bioinsumos mitigação do estresse hídrico no desenvolvimento do feijoeiro comum.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em casa de vegetação no município de Jaboticabal – SP, Brasil (21°14'44" S; 48°17'0" W). Adotou-se delineamento em blocos ao acaso. Os tratamentos consistiram em duas cultivares de feijão-comum; dois regimes hídricos: LI – 100% da capacidade de vaso e L2 – 75% da capacidade de vaso; aplicação de bioestimulante (*Stimulate*[®]); aplicação de biofertilizante (*Azospirillum brasiliense*); aplicação conjunta de bioestimulante+biofertilizante; e duas testemunhas em cada regime hídrico sem a aplicação de bioinsumos; totalizando 16 tratamentos, com dez repetições.

TABELA 1. Descrição dos tratamentos estudados. **Description of the studied treatments.**

Tratamento	Cultivar	Regime hídrico	Bioinsumo
------------	----------	----------------	-----------

C1TL1	IAC Imperador	100% Capacidade de vaso	Testemunha
C1AL1	IAC Imperador	100% Capacidade de vaso	Biofertilizante
C1SL1	IAC Imperador	100% Capacidade de vaso	Bioestimulante
C1ASL1	IAC Imperador	100% Capacidade de vaso	Biofertilizante+Bioestimulante
C1TL2	IAC Imperador	75% Capacidade de vaso	Testemunha
C1AL2	IAC Imperador	75% Capacidade de vaso	Biofertilizante
C1SL2	IAC Imperador	75% Capacidade de vaso	Bioestimulante
C1ASL2	IAC Imperador	75% Capacidade de vaso	Biofertilizante+Bioestimulante
C2TL1	IPR Campos Gerais	100% Capacidade de vaso	Testemunha
C2AL1	IPR Campos Gerais	100% Capacidade de vaso	Biofertilizante
C2SL1	IPR Campos Gerais	100% Capacidade de vaso	Bioestimulante
C2ASL1	IPR Campos Gerais	100% Capacidade de vaso	Biofertilizante+Bioestimulante
C2TL2	IPR Campos Gerais	75% Capacidade de vaso	Testemunha
C2AL2	IPR Campos Gerais	75% Capacidade de vaso	Biofertilizante
C2SL2	IPR Campos Gerais	75% Capacidade de vaso	Bioestimulante
C2ASL2	IPR Campos Gerais	75% Capacidade de vaso	Biofertilizante+Bioestimulante

As cultivares utilizadas foram a IAC Imperador (C1) e IPR Campos Gerais (C2). A primeira possui ciclo precoce, aproximadamente 75 dias, e hábito de crescimento determinado. Já a segunda é de ciclo normal, com aproximadamente 88 dias da emergência à maturação, hábito de crescimento indeterminado tipo II e tolerância à seca.

O manejo da irrigação foi realizado por meio da capacidade de retenção de água no solo do vaso, a qual foi determinada utilizando quatro vasos, preenchidos conforme descrito anteriormente. Os vasos foram pesados e posteriormente saturados com água. Após a saturação, os vasos foram cobertos com sacos plásticos, a fim de evitar a evaporação, e submetidos a drenagem por percolação, realizando-se novamente a pesagem a cada 24 horas até estabilização de seu peso (*P_cv*). Pelo método gravimétrico diariamente obteve-se a variação da armazenagem de água no solo e determinou-se os volumes de água a serem aplicados em cada irrigação (Equação 1).

$$L = (P_{cv} - P_a) * RH \quad (1)$$

em que,

L = volume de água a ser aplicado (mL);

P_cv = peso na capacidade de vaso (g);

P_a = peso do vaso atual (g) e

RH = valor de correção para cada regime hídrico (1 – 100%, 0,75 – 75%).

Os vasos utilizados no experimento apresentavam capacidade de 8 L, os quais foram preenchidos com uma camada de brita (1 L), feltro e solo peneirado. Anteriormente à semeadura realizou-se adubação com aplicação de 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia) e 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio – KCl), conforme recomendação de Aguiar et al. (2014). No tratamento de sementes foi utilizado o inseticida (Cruiser®) e StarFix Feijão® (*Rhizobium tropici*), conforme recomendação do fabricante. A semeadura foi realizada no dia 10/10/2019, com quatro sementes por vaso. Aos oito dias após a emergência, no estádio V2, realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por vaso.

A inoculação das sementes dos tratamentos com *Azospirillum brasiliense* foi realizada após o tratamento de sementes, antes da semeadura, com estirpes AbV5 e AbV6 e concentração mínima de 2x10⁸ UFC mL⁻¹ (UFC – Unidades formadoras de colônia), a dosagem utilizada foi de 3 mL kg⁻¹ semente. O bioestimulante utilizado foi o Stimulate®, regulador de crescimento vegetal. O produto é composto por cinetina (citocinina), ácido giberélico (GA3) (giberelina) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (auxina). A aplicação foi realizada via foliar, com auxílio de um pulverizador de 1 L. As plantas foram pulverizadas quando estavam no estádio V4 e novamente no estádio R6 na dosagem de 500 mL ha⁻¹.

As avaliações de matéria seca da parte aérea, clorofila total e área foliar foram realizadas em três estádios de desenvolvimento do feijão, V4, R6 e R8 e R9. O teor de clorofila total (Ct) foi determinado com auxílio do ClorofiLOG (Falker) no trifólio do meio do terceiro trifólio do feijoeiro. Em cada avaliação realizou-se o corte da parte aérea da planta rente à superfície do solo. Posteriormente, retirou-se o solo de dentro do vaso e lavou-se com água corrente, a fim de separar o solo das raízes, essas foram armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório. As folhas foram destacadas e colocadas uma por uma no medidor de área foliar da marca LI-COR modelo LI-3100C. Posteriormente, o mesmo material foi levado à estufa a 65°C até massa constante, esse material foi pesado em balança de precisão de 0,01 g para obtenção da matéria seca da parte aérea (MSPA). A taxa de crescimento relativo foi determinada com base na matéria seca da parte aérea, conforme Equação 2.

$$TCR = \frac{\ln MS_2 - \ln MS_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

em que,

MS_1 - matéria seca da parte aérea da primeira avaliação;

MS_2 - matéria seca da parte aérea da avaliação seguinte;

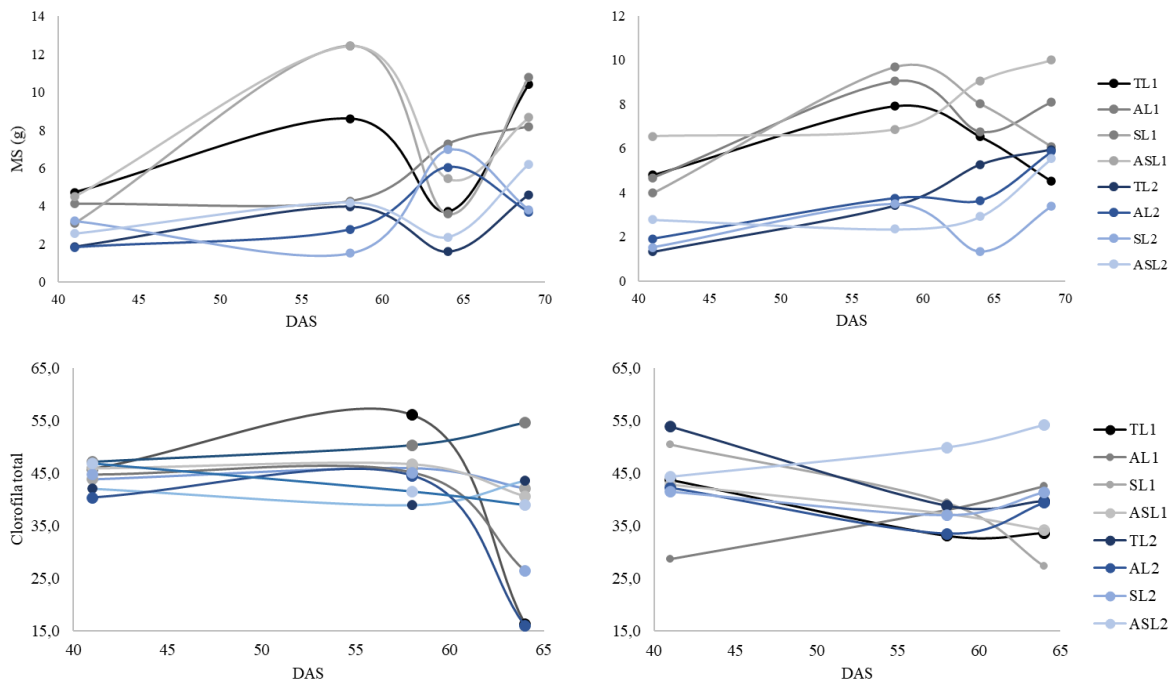
t_1 - dias após a semeadura (DAS) da primeira avaliação;

t_2 - dias após a semeadura (DAS) da avaliação seguinte e

\ln - logaritmo natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Figura 1 apresenta as curvas das variáveis matéria seca da parte aérea, clorofila total, taxa de crescimento relativo e taxa de crescimento relativo.



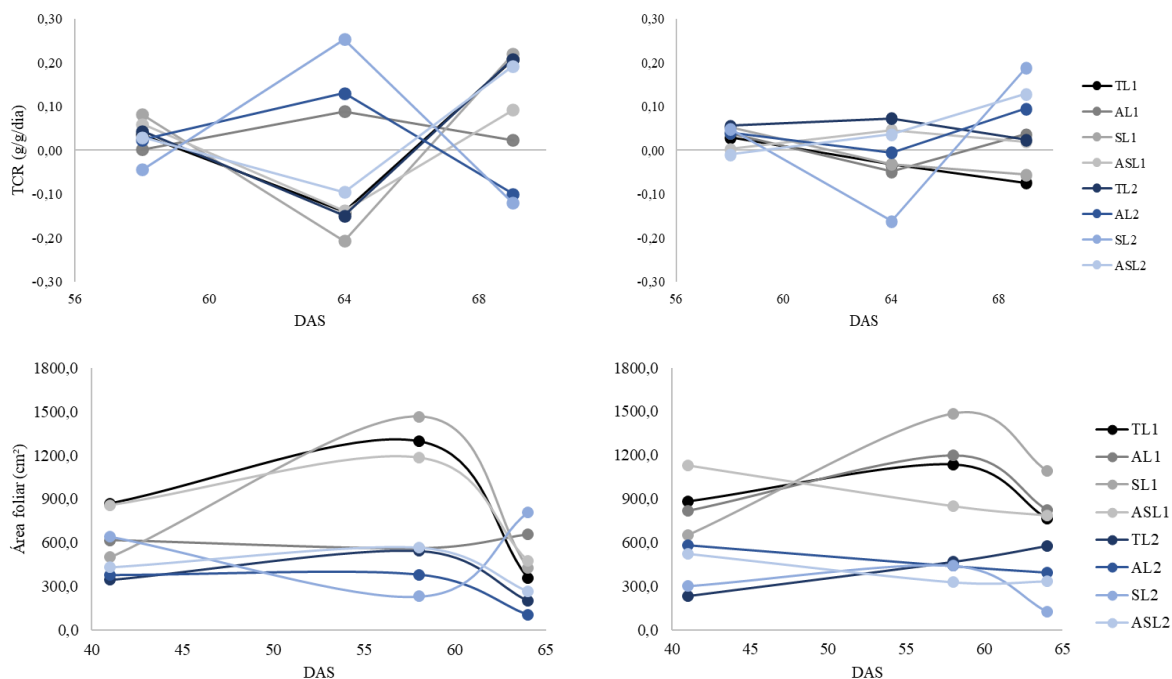


FIGURA 1. Curvas de matéria seca da parte aérea, clorofila total, taxa de crescimento relativo e área foliar ao longo do ciclo do feijoeiro comum.

Conforme observado na Figura 1, os tratamentos com adoção de menor aporte hídrico no feijoeiro comum apresentaram, em média, 49% e 52% menor matéria seca para as cultivares IAC Imperador e IPR Campos Gerais, respectivamente.

O estresse hídrico é o principal fator limitante à produção do feijoeiro (SÁNCHEZ-REINOSO et al., 2020), podendo acarretar redução do sistema radicular, do desenvolvimento foliar, da fotossíntese, da biomassa e má distribuição de nutrientes (ANDROCIOLI et al., 2020; ASFAW et al. 2017).

Na cultivar IAC Imperador (C1) houve decréscimo na matéria seca da parte aérea aos 64 DAS e posteriormente um aumento de, em média, 34% aos 69 DAS. Isso ocorreu pois aos 69 DAS o feijoeiro estava em R9, ou seja, maturação dos grãos, portanto o acréscimo de peso na matéria seca pode ser justificado devido ao aumento no peso dos grãos.

O mesmo fato pode ser observado na cultivar IPR Campos Gerais. Além disso, o que pode ter corroborado para esse efeito nessa cultivar é seu hábito de crescimento indeterminado, no qual a planta ainda é capaz de emitir novos ramos após a floração.

Em C1 os tratamentos C1SL1 e C1ASL1 apresentaram curvas similares com mesmo comportamento de acúmulo de matéria seca, diferentemente do tratamento C1AL1, o qual teve comportamento similar aos tratamentos de L2, ou seja, menores teores de acúmulo de matéria seca. Isso pode indicar efeito maior do bioestimulante quando comparado à utilização dos dois produtos associados. A utilização dos dois produtos no cultivo do feijoeiro comum pode gerar maior custo ao produtor.

O bioestimulante utilizado no presente estudo é composto por fitohormônios, cinetina (citocinina), ácido giberélico (GA3) (giberelina) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (auxina). As citocininas, giberelinas e auxinas regem o crescimento da planta, atuando no alongamento e divisão celular. Essas classes de fitohormônios irão promover o enraizamento, desenvolvimento floral, pegamento de frutos, retardo da senescência dentre outros efeitos relacionados ao desenvolvimento da planta.

Estudos relatam que o *Azospirillum spp.* estimula o crescimento da planta devido à diversos mecanismos, dentre eles a produção e secreção de fitohormônios (CASSÁN et al.,

2009; COHEN et al., 2008; DE-BASHAN et al., 2012; HUNGRIA et al., 2010; LAMBRECHT et al., 2000). Dessa forma, os bioinsumos aplicados podem apresentar respostas similares devido à ação dos fitohormônios.

Alguns autores relatam que a falta de resposta do feijoeiro à inoculação pode ocorrer devido a presença de bactérias nativas no solo, as quais nodulam o feijoeiro (SOUZA et al., 2011).

O maior acúmulo de MS foi aos 58 DAS, reflexo das maiores áreas foliares e teores de clorofila. Plantas com maior área fotossintética, conseqüentemente, terão maior produção de fotoassimilados, resultando em crescimento e desenvolvimento.

Observando as curvas de área foliar (AF) verifica-se aumento até os 58 DAS e posteriormente decréscimo, como é de se esperar devido à senescência da planta, pois nos estádios R6, R8 e R9 a planta visa a formação enchimento e maturação dos grãos em detrimento da parte vegetativa.

Urhcei et al. (2000), verificaram declínio na taxa de crescimento relativo (TCR) ao longo do desenvolvimento fenológico do feijoeiro, justificando esse fato devido à elevação da atividade respiratória e pelo auto sombreamento, cujo ambos aumentam com a idade da planta. Além disso, o crescimento torna-se negativo na fase final da cultura devido a senescência as folhas e gemas (MILLTHORPE E MOORBY, 1974).

CONCLUSÕES: O feijoeiro mostrou menor acúmulo de matéria seca quando aplicam-se regimes hídricos reduzidos. Dessa forma, a utilização de bioestimulante mostrou-se uma alternativa à redução de efeitos de déficit hídrico no feijoeiro comum. Sendo portanto, necessários estudos em campo para a avaliação de seus efeitos.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS:

- ANDROCIOLI, L. G., ZEFFA, D. M., ALVES, D. S., TOMAZ, J. P., MODA-CIRINO, V. Effect of water deficit on morphoagronomic and physiological traits of common bean genotypes with contrasting drought tolerance. *Water*, v. 12, n. 1, p. 217, 2020.
- AGUIAR, A. T. E., GONÇALVES, C., PATERNIANI, M. E. A. G. Z., TUCCI, M. L. S., CASTRO, C. E. F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Boletim 200, 2014.
- ASFAW, A., DEMISSIE, D.A., SHAH, T., BLAIR, M. (2017). Trait associations in diversity panels of the two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) gene pools grown under well-watered and water-stress conditions. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 733, 2017
- BASTOS, E. A., RAMOS, H. M. M., ANDRADE, J. A. S., NASCIMENTO, F. N., CARDOSO, M. J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 1, n. 1, p. 31-37, 2012.
- BELACHEW, K. Y., NAGEL, K. A., POORTER, H., STODDARD, F. L. Association of shoot and root responses to water deficit in young faba bean (*Vicia faba* L.) plants. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, p. 1063, 2019
- CAHILL, J. F., MCNICKLE, G. G. The behavioral ecology of nutrient foraging by plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 42, p. 289-311, 2011.

CASSÁN, F., MAIALE, S., MASCIARELLI, O., VIDAL, A., LUNA, V., RUIZ, O. Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. *European Journal of Soil Biology*, v. 45, n. 1, p. 12-19, 2009.

COHEN, A. C., BOTTINI, R., PICCOLI, P. N. *Azospirillum brasilense* Sp 245 produces ABA in chemically-defined culture medium and increases ABA content in arabidopsis plants. *Plant Growth Regulation*, v. 54, p. 97–103, 2008.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (Fevereiro 2021). Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2020/21, Quinto levantamento. < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> >. Acesso em: 10 mar 2021.

DE-BASHAN, L. E., HERNANDEZ, J. P., BASHAN, Y. The potential contribution of plant growth-promoting bacteria to reduce environmental degradation—a comprehensive evaluation. *Applied Soil Ecology*, v. 61, p. 171–89, 2012.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). FAOSTAT – Crops. < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> >. Acesso em 15 mar 2021.

HESHMAT, K., LAJAYER, B. A., SHAKIBA, M. R., ASTATKIE, T. Assessment of physiological traits of common bean cultivars in response to water stress and molybdenum levels. *Journal of Plant Nutrition*, v. 44, n. 3, p. 366-372, 2020.

HUMMEL, M., HALLAHAN, B. F., BRYCHKOVA, G., RAMIREZ-VILLEGAS, J., GUWELA, V., CHATAIKA, B., CURLEY, E., MCKEOWN, P. C., MORRISON, L., TALSMAN, E. F., BEEBE, S., JARVIS, A., CHIRWA, R., SPILLANE, C. Reduction in nutritional quality and growing area suitability of common bean under climate change induced drought stress in Africa. *Scientific Reports*, v. 8, 16187, 2018

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J., SOUZA, E. M., PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil*, v. 331, p. 413–25, 2010.

LAMBRECHT, M., OKON, Y., VANDE BROECK, A., VANDERLEYDEN, J. (2000). Indole- 3- acetic acid: a reciprocal signalling molecule in bacteria-plant interactions. *Trends in Microbiology*, v. 8, n. 7, p. 298-300, 2000.

MICROMARKET MONITOR. Global Biostimulants Market Research Report. < <http://www.micromarketmonitor.com/market-report/bio-stimulants-reports-9681180926.html> >. Acesso em 24 mar 2021.

MILTHORPE, F.L.; MOORBY, J. An introduction to crop physiology. Cambridge, Grã-Bretanha : Cambridge University, 1974. 201p.

NEMESKÉRI, E., SÁRDI, É., REMENYIK, J., KÖSZEGI, B., NAGY, P. Study of defensive mechanism against drought in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 32, n. 6, p. 1125–1134, 2010.

OLIVEIRA, F. A., MEDEIROS, J. F., CUNHA, R. C., SOUZA, M. W. L., LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

PASSIOURA, J. B. Phenotyping for drought tolerance in grain crops: when is it useful to breeders? *Functional Plant Biology*, v. 39, n. 11, p. 851-859, 2012.

POLANIA, J., RAO, I. M., CAJIAO, C., RIVERA, M., RAATZ, B., BEEBE, S. Physiological traits associated with drought resistance in Andean and Mesoamerican genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, v. 210, n. 1, p. 17-29, 2016.

PURUSHOTHAMAN, R., KRISHNAMURTHY, L., DEO UPADHYAYA, H., VADEZ, V., VARSHNEY, R. K. Shoot traits and their relevance in terminal drought tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 197, 10-27, 2016.

RAMIREZ-CABRAL, N. Y. Z., KUMAR, L., TAYLOR, S. Crop niche modeling projects major shifts in common bean growing areas. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 218-219, p. 102–113, 2016.

RUBIALES, D., MIKIC, A. Introduction: legumes in sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 34, p. 2–3, 2015.

SÁNCHEZ-REINOSO, A. D., LIGARRETO-MORENO, G. A., RESTREPO-DÍAZ, H. Evaluation of drought índices to identify tolerant geno-types in common bean bush (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, v. 19, n. 1, p. 99–107, 2020.

SOUZA, E. F. C., SORATTO, R. P., PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 4, p. 370-377, 2011.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e prepare convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

WILKER, J., HUMPHRIES, S., ROSAS-SOTOMAYOR, J. C., CERNA, M. G., TORKAMANEH, D., EDWARDS, M., NAVABI, A., PAULS, K. P. Genetic diversity, nitrogen fixation, and water use efficiency in a panel of honduran common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces and modern genotypes. *Plants*, v. 9, n. 9, p. 1238, 2020.

ZHANG, D., ZHANG, C., TANG, X., LI, H., ZHANG, F., RENGEL, Z., WHALLEY, W. R., DAVIES, W. J., SHEN, J. Increased soil phosphorus availability induced by faba bean root exudation stimulates root growth and phosphorus uptake in neighbouring maize. *New Phytologist*, v. 209, n. 2, p. 823-831, 2016.