

## ANÁLISE DO ESTADO NUTRICIONAL E FISIOLÓGICO DO FEIJÃO-COMUM SOB NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO UTILIZANDO CLOROFILÔMETRO PORTÁTIL

ANDERSON PRATES COELHO<sup>1</sup>, ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA<sup>2</sup>, ALEXANDRE BARCELLOS DALRI<sup>3</sup>, LUIZ FABIANO PALARETTI<sup>4</sup>, LEANDRO BORGES LEMOS<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Depto Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal - SP, anderson.coelho@unesp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Depto de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Prof. Dr. Depto de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Depto de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Depto de Ciências da Produção Agrícola, Unesp/FCAV, Jaboticabal, SP.

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a capacidade de um clorofilômetro portátil em prever o estado nutricional e fisiológico do feijão-comum cultivado sob lâminas de irrigação. O experimento foi realizado em 2019, utilizando as cultivares de feijão-comum IAC Imperador e IPR Campos Gerais. As cultivares foram submetidas a cinco níveis de reposição: 132, 100, 77, 70 e 54% da evapotranspiração da cultura. Nos estádios fenológicos R<sub>6</sub> (florescimento pleno) e R<sub>8</sub> (enchimento de grãos), determinou-se o teor de clorofila total, índice de clorofila foliar, utilizando clorofilômetro portátil, e o teor de N foliar. Posteriormente, realizou-se análises de regressão entre as variáveis. O clorofilômetro demonstrou ser uma ferramenta eficaz na avaliação do estado fisiológico do feijão-comum, apresentando correlação direta com o teor de clorofila total das folhas ( $R^2 > 0,50$ ). O teor de clorofila total do feijão-comum reduziu em função do aumento das lâminas de irrigação em detrimento do maior índice de área foliar e acúmulo de biomassa nesses manejos. Esses resultados demonstram a possibilidade de uso do clorofilômetro portátil na definição do estado fisiológico do feijão-comum, devendo-se atentar em outras variáveis para um diagnóstico mais acurado.

**PALAVRAS-CHAVE:** clorofila total, índice de área foliar, teor de nitrogênio foliar

## NUTRITIONAL AND PHYSIOLOGICAL STATUS ANALYSIS OF COMMON BEAN UNDER IRRIGATION LEVELS USING PORTABLE CHLOROPHYLL METER

**ABSTRACT:** The aim was to evaluate the ability of a portable chlorophyll meter to predict the nutritional and physiological status of common bean under irrigation depths. The experiment was carried out in 2019, using cultivars IAC Imperador and IPR Campos Gerais. The cultivars were subjected to five irrigation levels: 132, 100, 77, 70 and 54% of the crop's evapotranspiration. At the phenological stages R<sub>6</sub> (full flowering) and R<sub>8</sub> (grain filling), total chlorophyll content, leaf chlorophyll index, using a portable chlorophyll meter, and leaf N content were determined. After that, regression analyzes were performed. The portable chlorophyll meter proved to be an effective tool in the evaluation of the common bean physiological state, showing a direct correlation with total chlorophyll content ( $R^2 > 0.50$ ). The total chlorophyll content reduced as a function of the increase in irrigation depths to the detriment of the higher leaf area index and biomass accumulation in these managements. These results demonstrate the possibility of using a portable chlorophyll meter to define the common bean physiological status, considering other variables for a more accurate diagnosis.

**KEYWORDS:** total chlorophyll, leaf area index, leaf nitrogen content

**INTRODUÇÃO:** O cultivo de feijão no mundo se estende por mais de 100 países e em área superior a 30 milhões de hectares (FAO, 2019), demonstrando a importância socioeconômica da cultura. Dentro do feijão destinado ao consumo dos grãos (dry bean), que incluem outras espécies além de *Phaseolus vulgaris*, o Brasil é o terceiro país com maior área plantada, atrás somente da Índia e de Myanmar. Quanto ao cultivo de *P. vulgaris*, o Brasil possui área cultivada anual de, aproximadamente, 1,6 milhões de hectares, produção total de 2,4 milhões de Mg e produtividade média próxima de 1,5 Mg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2021). Entretanto, a produtividade média do feijão-comum no Brasil é considerada baixa, visto que o rendimento pode chegar a mais de 4 Mg ha<sup>-1</sup> (PEREIRA et al., 2012). Na tentativa de aumentar a produtividade média e reduzir os custos de produção, a utilização de técnicas de agricultura digital, como o uso de clorofilômetros portáteis, surge como alternativa aos manejos convencionais para identificar o estágio fisiológico das plantas e auxiliar na recomendação de manejos específicos, como adubação e irrigação (MAIA et al., 2017; COELHO et al., 2022). O índice de clorofila foliar (ICF) pode ser determinado por muitos dispositivos e indiretamente indica o vigor e o estado fisiológico da planta, que por sua vez afeta diretamente o rendimento da cultura. Essa característica permite inferir o estado fisiológico das plantas e auxiliar na definição de zonas de manejo específico e recomendação de manejos agrícolas, desde que devidamente validado pela literatura. Sendo assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar a capacidade de um clorofilômetro portátil em prever o estado nutricional e fisiológico do feijão-comum cultivado sob lâminas de irrigação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na safra de inverno de 2019 na Unesp, FCAV, Jaboticabal, São Paulo, próximo às coordenadas 21°14'44" S, 48°17'00" W e altitude de 545 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical, com inverno seco e chuvas no verão, apresentando temperatura média anual de 22 °C e precipitação anual normal de 1.425 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2018). A semeadura do feijão-comum foi realizada em 07 de maio. Foram utilizadas a cultivar IAC Imperador, que possui crescimento determinado, porte ereto (Tipo I), ciclo precoce (75 dias), e a cultivar IPR Campos Gerais, que possui crescimento indeterminado, porte ereto (Tipo II) e ciclo normal (90 dias), ambas com grão do grupo comercial carioca. As cultivares foram semeadas mecanicamente para a obtenção da densidade de 240.000 plantas por hectare, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. A semeadura foi realizada em área anteriormente cultivada com milho. A adubação de semeadura foi na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04-20-20. A adubação de cobertura foi realizada no estágio V<sub>4-3</sub>, caracterizado pelo terceiro trifólio completamente expandido, utilizando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, tendo como fonte a ureia (AMBROSANO et al., 1997). A adubação de cobertura foi realizada em filete contínuo a 0,10 m da linha de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos em faixas, em sistema line-source (HANKS et al., 1976), em esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram representadas pelas duas cultivares e as subparcelas pelos níveis de irrigação. Para efeito de estudo, os manejos hídricos foram constituídos de cinco lâminas de irrigação: L1, L2, L3, L4 e L5, que foram definidas após o estabelecimento da regressão de aplicação de água pela linha de aspersores. A lâmina L4 foi utilizada como padrão, recebendo 100% da necessidade de água no feijão-comum. Os manejos de irrigação L5, L4, L3, L2 e L1 receberam 132, 100, 77, 70 e 54% da necessidade hídrica, respectivamente. O manejo da irrigação foi realizado com base na demanda hídrica da cultura, de acordo com o método FAO 56. A irrigação era acionada quando o déficit hídrico acumulado na área fosse igual a água facilmente disponível (AFD) do solo, de 18 mm. Essa lâmina foi calculada em função dos atributos físicos do solo, determinados em laboratório, e da cultura do feijão-comum. Para o cálculo da AFD foi considerada uma profundidade efetiva de raízes de 0,25 m e fator de

disponibilidade de água no solo de 0,40 (ALLEN et al., 1998). Os valores de Kc inicial ( $K_{cini}$ ), Kc de meia estação ( $K_{cmed}$ ) e Kc final ( $K_{cf}$ ) para o feijão-comum foram de 0,40; 1,15 e 0,35, respectivamente (ALLEN et al., 1998). Para a obtenção do índice de clorofila foi utilizado o clorofilômetro portátil Falker ClorofiLOG 1030. O índice de clorofila obtido pelo aparelho é denominado de ICF (Índice de Clorofila Foliar), sendo um valor adimensional. O índice de clorofila foi medido em cinco folhas trifoliadas por subparcela nos estádios fenológicos  $R_6$  (florescimento pleno) e  $R_8$  (enchimento de grãos), utilizando a terceira folha trifoliada totalmente expandida a partir do ápice (MAIA et al., 2017). Nessas mesmas folhas, foram determinados o teor de clorofila total por método destrutivo (ARNON, 1949) e o teor de N (MALAVOLTA et al., 1983). Em cada subparcela foi determinado o índice de área foliar (IAF) ao longo do ciclo. Para isso, 3 plantas de cada subparcela foram coletadas em cada avaliação e a área foliar total foi determinada no equipamento LI-3100C. Realizou a análise de regressão entre o teor de clorofila total, teor de N foliar e ICF. Além disso, regressões foram ajustadas para representar a variação do teor de clorofila total em função dos níveis de irrigação para cada cultivar e estágio fenológico.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No geral, o teor de clorofila total (CT) das folhas reduziu em função do incremento da lâmina de irrigação nas cultivares de feijão-comum, tanto no estágio de florescimento pleno -  $R_6$  (Figura 1A), quanto no estágio de enchimento de grãos -  $R_8$  (Figura 1B). Essa redução foi mais acentuada no estágio  $R_8$ . Isso pode ser explicado devido ao efeito de diluição, pois nos manejos com maior lâmina de irrigação o feijão-comum apresentou maior índice de área foliar (valor médio das cultivares), conforme verificado na Figura 1C. O incremento da lâmina de irrigação nas cultivares de feijão-comum reduziu a concentração da clorofila nas folhas em detrimento do aumento de biomassa. Dessa maneira, para experimentos com lâminas de irrigação, o estado fisiológico do feijão-comum não está intimamente relacionado a valores elevados de clorofila nas folhas. Para essa constatação, outras variáveis, como o IAF, devem ser levadas em consideração.

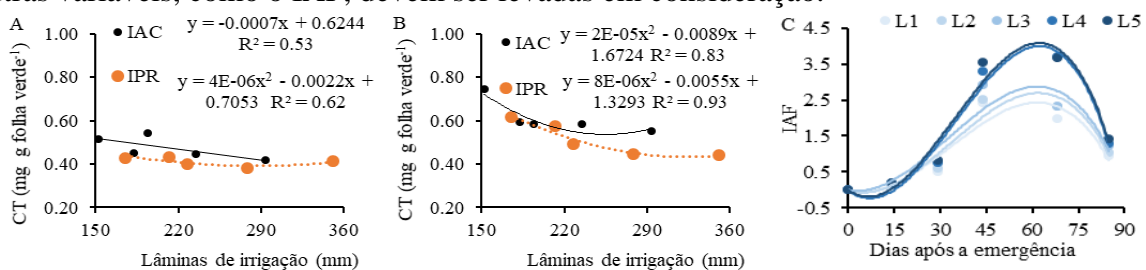


FIGURA 1. Variação do teor de clorofila total (CT), medido em laboratório, em função dos níveis de irrigação nos estádios fenológicos  $R_6$  (A) e  $R_8$  (B) e do índice de área foliar ao longo do ciclo (C) do feijão-comum.

Tanto no estágio  $R_6$  (Figura 2A), quanto em  $R_8$  (Figura 2D), o teor de CT apresentou correlação direta com as leituras do índice de clorofila foliar (ICF). Isso demonstra que o clorofilômetro portátil é uma ferramenta eficaz e precisa na determinação indireta do estado fisiológico do feijão-comum através do teor de clorofila total. No entanto, o ICF não apresentou correlação com o teor de N foliar (Figura 2C e F). Isso ocorre, pois o N nas folhas não está presente somente nas moléculas de clorofila, conforme pode ser observado nas Figuras 2B e E, em que não ocorreu correlação entre o teor de CT e o teor de N foliar. Nem sempre o ICF estará associado ao suprimento de N do feijão-comum, conforme alguns trabalhos de adubação nitrogenada demonstram (MAIA et al., 2017). Em estudos com lâminas de irrigação, devido ao efeito de diluição, o ICF pode não indicar com elevada precisão o suprimento de N do feijão-comum, mas sim o teor de CT (COELHO et al., 2022).

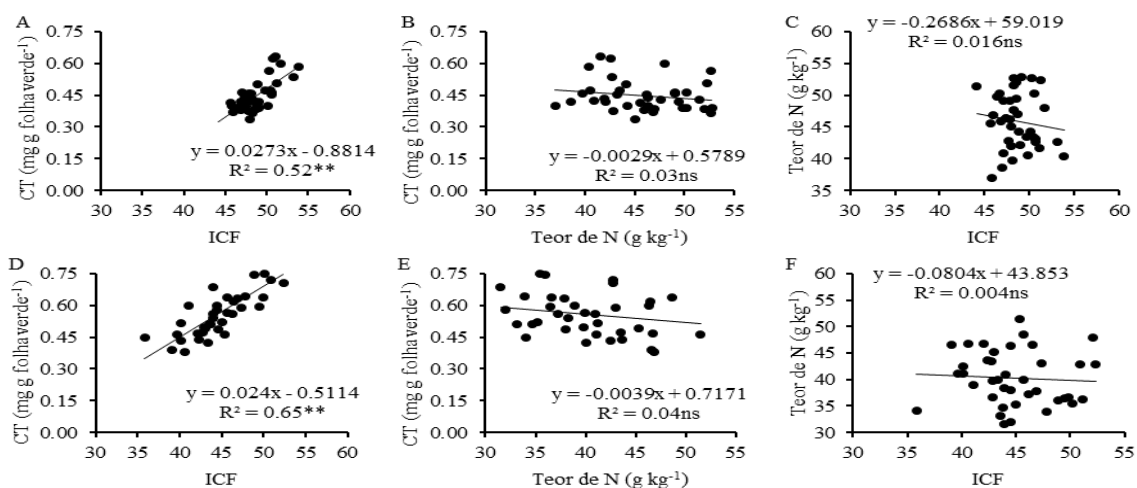


FIGURA 2. Correlações entre o teor de clorofila total (CT) índice de clorofila foliar (ICF) e teor de N foliar nos estádios fenológicos R<sub>6</sub> (A, B e C) e R<sub>8</sub> (D, E e F).

**CONCLUSÕES:** O clorofilômetro portátil demonstrou ser uma ferramenta eficaz na avaliação do estado fisiológico do feijão-comum, apresentando correlação direta com o teor de clorofila total. O teor de clorofila total reduziu em função do aumento das lâminas de irrigação em detrimento do maior índice de área foliar nesses manejos.

**AGRADECIMENTOS:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo número 2018/17363-2.

**REFERÊNCIAS:** ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) - Irrigation and drainage paper 56, Rome, 1998.

AMBROSANO, E. J. et al. Feijão. In: RAIJ, B. V. et al. (Eds.) **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 194-195 (Boletim técnico, 100).

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant physiology**, v. 24, n. 1, p. 1, 1949.

COELHO, A. P. et al. Yield predict and physiological state evaluation of irrigated common bean cultivars with contrasting growth habits by learning algorithms using spectral indices. **Geocarto International**, v. 37, n. 27, p. 1-23, 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safras: Séries históricas.** Feijão 3<sup>a</sup> safra. Março/2021. 2021. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20> > Acesso em Março de 2021.

FAOSTAT. **Crops data.** 2019. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> > Acesso em Maio de 2021.

HANKS, R. J. et al. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. **Soil Science Society of America Journal**, v. 40, n. 3, p. 426-429, 1976.

MAIA, S. C. M. et al. Criteria for topdressing nitrogen application to common bean using chlorophyll meter. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 512-520, 2017.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações.** Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

PEREIRA, H. S. et al. BRS Notável: a medium-early-maturing, disease-resistant Carioca common bean cultivar with high yield potential. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, p. 220-223, 2012. - SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.