

Desenvolvimento de métodos para análise quantitativa de macro e micronutrientes em tecidos vegetais para serem usados no sistema AGLIBS

Arthur Lara¹; Daniele de Souza²; Kleydson Stênio Gaioso da Silva³; Débora Marcondes Bastos Pereira Milori⁴

¹Aluno de graduação em Física, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. Bolsista ATP-B/CNPq, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP; arthurlara77@gmail.com

²Pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

³Pesquisador da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

⁴Pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

A técnica de Espectroscopia de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Laser (LIBS) oferece vantagens significativas para a análise de nutrientes em plantas, como mínimo preparo de amostras, rapidez de análise e redução de custos em comparação aos métodos tradicionais. Este estudo avaliou a eficácia da técnica LIBS na análise quantitativa de macro e micronutrientes em folhas de soja e café, visando melhorar a qualidade e produtividade dos alimentos. Foram analisadas 260 folhas, sendo 130 de café e 130 de soja, coletadas aleatoriamente de diferentes fazendas. Escolheu-se como padrão interno o titânio, devido à sua raridade em matrizes foliares, de modo que as amostras fossem misturadas com TiO₂ e assegurando uma composição de 0,5% de Ti. Devido aos efeitos de matriz, a variação do sinal analítico pode comprometer a quantificação dos analitos. Como estratégia para minimizar esses efeitos e proporcionar resultados confiáveis, garantindo a exatidão das medidas, foi utilizada a técnica de espectroscopia de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) como técnica de referência. Neste trabalho foi utilizado para as medidas das amostras o AGLIBS (Single pulse-LIBS), equipamento desenvolvido em uma colaboração entre a Embrapa Instrumentação e a empresa Agrorobótica. O sistema é constituído por um laser Nd:YAG Q-switched de 1064 nm, com energia de pulso de 100 mJ e ampla faixa espectral de 190 nm a 950 nm. Além disso, o sistema possui um carrossel automático que permite analisar até 30 amostras de forma contínua. Para a identificação das linhas de emissão, foi utilizado o banco de dados NIST Database, e o software LIBSs para o tratamento dos dados das amostras foliares. Foram realizadas análises da temperatura do plasma e densidade eletrônica utilizando a equação de Saha-Boltzmann, resultando em uma temperatura média do plasma de 7142 K e densidade eletrônica de $7,21 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$, indicando que o plasma está em LTE. Na modelagem dos dados, utilizaram-se modelos de regressão linear para cada elemento, e os melhores resultados de RMSEC e coeficiente de determinação foram obtidos para as emissões Mg II (279,60 nm), Mg II (280,31 nm), Ca II (318,16 nm) e Ca I (585,78 nm). Os resultados indicaram que, ao satisfazer o critério de McWhirter, o plasma encontra-se em equilíbrio termodinâmico local. Adicionalmente, os modelos lineares empregados demonstraram coeficientes de correlação média entre 74% e 77%, concluindo que o sistema AGLIBS é uma ferramenta promissora para a análise quantitativa de macro e micronutrientes em amostras foliares.

Apoio financeiro: Embrapa

Área: Ciências Exatas e da Terra

Palavras-chave: LIBS, fotônica, agricultura de precisão, macro e micronutriente, folhas.