

GUIA PRÁTICO PARA IDENTIFICAÇÃO DE SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO, ENXOFRE, MAGNÉSIO, MANGANÊS, ZINCO, BORO E FERRO NA CULTURA DA SOJA

João Carlos Dutra Vidotto, Isabela Carvalho Carlini, João Paulo Gelamos, Elisa Patricia Ramos de Melo, Luiz Carlos Biazzi Junior, Patrick Santos Silva, Ana Maria Francisqueti Santos, José Eduardo Creste e Jessica Pigatto de Queiroz Barcelos

*¹Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - Campus de Presidente Prudente
joaovidotto97@gmail.com; belacc@hotmail.com; gelamos@fai.com.br; lisaramosmelo@hotmail.com;
juniorrbiazi@hotmail.com; patrick.ntrick@gmail.com; ana_francisqueti@hotmail.com;
jcreste@unoeste.br; jessica.pqb@gmail.com*

PROBLEMÁTICA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal leguminosa cultivada no mundo, com destaque para o Brasil, maior produtor e exportador global. Seu cultivo depende de um balanço nutricional adequado para garantir alta produtividade e qualidade dos grãos. A deficiência de nutrientes pode comprometer processos fisiológicos essenciais como a fotossíntese, fixação biológica de nitrogênio (FBN), formação de vagens e enchimento de grãos (MALAVOLTA, 2006; EPSTEIN; BLOOM, 2006; MARSCHNER, 2012).

A identificação das deficiências nutricionais na soja é desafiadora, pois os sintomas podem se confundir com doenças, pragas ou estresses ambientais, como seca e encharcamento. Além disso, deficiências múltiplas podem ocorrer simultaneamente. A ausência de materiais técnicos visuais compromete o diagnóstico e pode levar a manejos incorretos (TAIZ et al., 2017).

CONHECIMENTO PRÉVIO

Macronutrientes primários (N, P, K) são fundamentais para crescimento vegetativo, energia e qualidade de grãos. Macronutrientes secundários (S, Mg) participam da síntese de proteínas, clorofila e equilíbrio metabólico. Micronutrientes (Mn, Zn, B, Fe), apesar de requeridos em menores quantidades, desempenham funções-chave na fotossíntese, metabolismo de enzimas, integridade estrutural e reprodução (MALAVOLTA, 2006; EPSTEIN; BLOOM, 2006; MARSCHNER, 2012).

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

As plantas de soja foram conduzidas em cultivo hidropônico por um período de 40 dias. Foram utilizadas 6 repetições com solução nutritiva baseada em Hoagland & Arnon (1950), como descrito na tabela 1. A solução foi renovada a cada 4 dias e as plantas escolhidas para o registro fotográfico foram aquelas mais bem representadas pelo sintoma da deficiência do nutriente estudado.

Tabela 1- Solução nutritiva Hoagland & Arnon (1950)

Componente (sal)	Fórmula química	Concentração final (mM)	Quantidade (g/L) da solução estoque*
Nitrato de potássio	KNO ₃	5,0	505,0
Nitrato de cálcio·4H ₂ O	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	5,0	1.180,0
Fosfato monopotássico	KH ₂ PO ₄	1,0	136,0
Sulfato de magnésio·7H ₂ O	MgSO ₄ ·7H ₂ O	2,0	493,0
Ácido bórico	H ₃ BO ₃	46,0 µM	2,86
Sulfato de manganês·H ₂ O	MnSO ₄ ·H ₂ O	9,0 µM	0,50
Sulfato de zinco·7H ₂ O	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,77 µM	0,22
Molibdato de amônio·4H ₂ O	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0,32 µM	0,06
Sulfato ferroso·7H ₂ O + EDTA**	FeSO ₄ ·7H ₂ O + EDTA	45,0 µM	2,78 (FeSO ₄) + 3,73 (EDTA)

* Valores para soluções estoque **1.000×** mais concentradas, a serem diluídas na preparação final

JUSTIFICATIVA DO PROJETO

A correta identificação dos sintomas de deficiência nutricional na cultura da soja é um desafio recorrente no campo e representa um ponto crítico para o manejo eficiente da adubação. Muitas vezes, sintomas visuais de deficiências são confundidos com aqueles provocados por estresses abióticos, doenças ou pragas, o que pode levar a diagnósticos equivocados e práticas de correção inadequadas. Nesse contexto, este projeto se justifica pela necessidade de gerar um material técnico-científico ilustrativo e de fácil compreensão, que auxilie produtores, técnicos e estudantes na distinção precisa das deficiências de macronutrientes e micronutrientes na soja.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Controle: Folha sadia, com coloração verde uniforme, sem cloroses ou necroses. Serve como referência comparativa.



Figura 01. Planta sadia, sem sintomas de deficiência. Fonte: autoria própria.

Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K): A deficiência de nitrogênio causa clorose generalizada em folhas velhas, evoluindo para necrose em estádios severos. Plantas apresentam crescimento reduzido e baixo vigor. Já as plantas com sintomas de deficiência de fósforo apresentaram folhas menores e arroxeadas, principalmente na face inferior. O desenvolvimento é limitado e ocorre atraso no ciclo da cultura. Por outro lado, as plantas conduzidas em solução com omissão de potássio, apresentaram clorose marginal em folhas velhas, evoluindo para necrose, conferindo aspecto de queimadura nas bordas. A deficiência compromete o enchimento de grãos (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

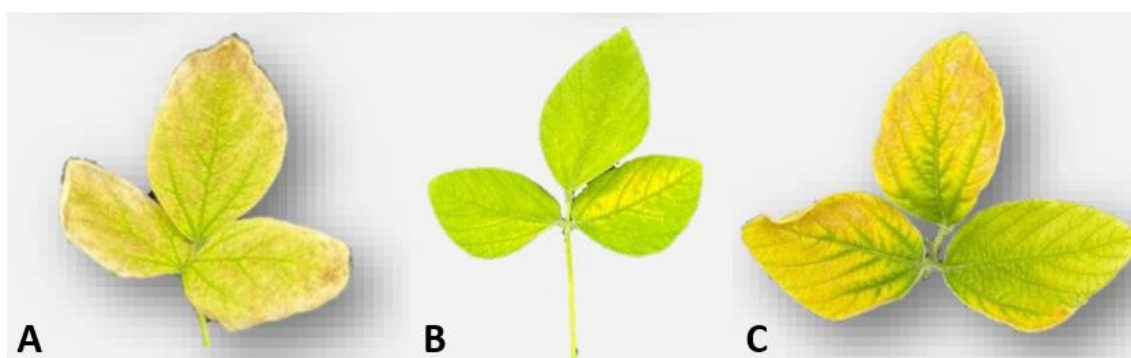


Figura 02. Planta com deficiência de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C). Fonte: autoria própria.

Enxofre (S) e Magnésio (Mg): A deficiência de enxofre manifesta-se primeiro em folhas jovens, com clorose uniforme. Plantas tornam-se finas, pouco desenvolvidas e com baixo acúmulo de biomassa. De forma distinta à de enxofre, a deficiência de Magnésio se apresenta por uma clorose internervural em folhas velhas, mantendo as nervuras verdes. Em estádios severos, ocorrem necroses nas regiões cloróticas (MARSCHNER, 2012; MALAVOLTA, 2006).

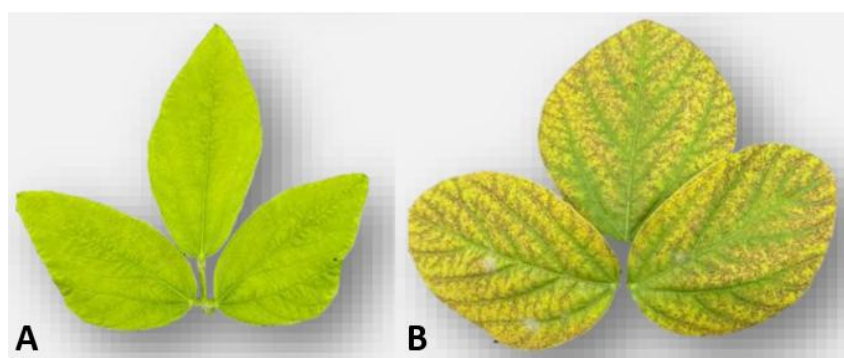


Figura 03. Planta com deficiência de enxofre (A) e magnésio (B). Fonte: autoria própria.

Manganês (Mn), Zinco (Zn), Boro (B) e Ferro (Fe): O sintoma de deficiência de manganês é definido por uma clorose entre as nervuras em folhas jovens, mantendo nervuras verdes. Em situações severas, surgem pequenas manchas necróticas dispersas. Com a deficiência de zinco folhas novas tornam-se pequenas, estreitas e apresentam

clorose internervural, podendo haver encurtamento dos entrenós. Por outro lado, a deficiência de boro causa deformação e engrossamento dos tecidos jovens, resultando em folhas retorcidas e quebradiças. Pode ocorrer morte do meristema apical e redução no florescimento e formação de vagens. Por fim, a deficiência de Ferro manifesta-se nas folhas mais novas com clorose intensa, mantendo apenas as nervuras verdes. Em casos severos, as folhas tornam-se quase totalmente amareladas ou esbranquiçadas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MARSCHNER, 2012).

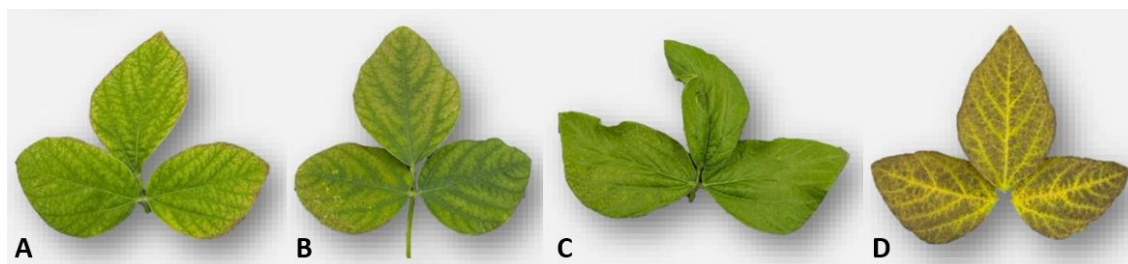


Figura 04. Planta com deficiência de manganês (A), zinco (B), boro (C) e ferro (D).
Fonte: autoria própria.

CONCLUSÃO

A deficiência de nutrientes na soja manifesta-se de maneira característica em diferentes órgãos e idades das folhas. O diagnóstico precoce, aliado a análises de solo e planta, é essencial para o manejo nutricional eficiente. A compreensão desses sintomas possibilita intervenções rápidas, reduzindo perdas de produtividade e garantindo maior sustentabilidade ao cultivo (TAIZ et al., 2017; MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. *The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular*, Berkeley, n. 347, 1950. 2nd ed.

MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 2006.

MARSCHNER, P. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

TAIZ, L. et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.