

DEFICIÊNCIAS DE MICRONUTRIENTES ESSENCIAIS E TOXIDEZ DE ALUMÍNIO E MANGANÊS EM FEIJÃO-DE-CORDA

I - SINTOMAS VISUAIS¹

OSCAR LAMEIRA NOGUEIRA², LINDBERGUE ARAÚJO CRISÓSTOMO³ e
JOSÉ BRAGA PAIVA⁴

RESUMO - Foi realizado um estudo, em Fortaleza, Ceará, em condições de casa de vegetação, durante 1979, com o propósito de verificar o efeito da deficiência dos micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco e da toxidez de alumínio e manganês, em solução nutritiva, sobre as alterações morfológicas (sintomas visuais) em plantas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, cultivar Pitiúba. Ficou evidenciado que as deficiências de boro, ferro e manganês e a toxidez de manganês resultaram na manifestação de sintomas visuais bastante característicos.

Termos para indexação: micronutrientes, sintomas de deficiência, alumínio, toxidez, solução nutritiva.

MICRONUTRIENT DEFICIENCIES AND ALUMINUM AND MANGANESE TOXICITY IN COWPEA I - VISUAL SYMPTOMS

ABSTRACT - The present work was conducted under greenhouse conditions during 1979 at Fortaleza, Ceará. The objective was to study morphological alterations in cowpea plants (*Vigna unguiculata* (L.) Walp, cv. Pitiúba) caused by the deficiencies of micronutrients such as boron, copper, iron, manganese, molybdenum and zinc, and by the toxicity of aluminum and manganese. It was evident that the deficiencies due to boron, iron and manganese and the toxicity of Mn resulted in most characteristic manifestations of the symptoms.

Index terms: micronutrients, symptoms of deficiencies, aluminum, toxicity, nutrient solution.

INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, leguminosa usada com frequência na alimentação humana, é o feijão mais cultivado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, especialmente no Estado do Ceará (Paiva et al. 1979). É uma planta herbácea de folhagem saudável ou com indicação de deficiência mineral; basta, para tal, estar ou não suprida adequadamente de todos os macro e micronutrientes.

Nelson & Barber (1964), Malavolta (1967) e Cunningham (1972) conceituaram como micronutrientes aqueles elementos essenciais requeridos pelas plantas em quantidades relativamente pequenas para sua nutrição; entretanto, são considerados tão necessários quanto os macronutrientes.

No cenário nacional e internacional, as pesquisas relativas aos sintomas visuais de deficiências e/ou toxidez têm sido realizadas para um grande número de culturas, porém, pouca atenção tem sido dada ao feijão-de-corda.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar as alterações morfológicas (sintomas visuais) causadas pela deficiência de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco, e pela toxidez de alumínio e manganês em plantas de feijão-de-corda.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento que compõe este trabalho foi conduzido durante o ano de 1979, em casa de vegetação; utilizou a cultivar de feijão-de-corda Pitiúba, pertencente ao banco de germoplasma do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

¹ Aceito para publicação em 24 de novembro de 1981.

Parte da tese apresentada pelo primeiro autor para a obtenção de grau de M.Sc., em Fitotecnia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

² Eng.^o Agr.^o, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) - EMBRAPA, Caixa Postal 455, CEP 69000 - Manaus, AM.

³ Eng.^o Agr.^o, Prof. Adj. Univ. Fed. do Ceará e Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH) - EMBRAPA, Caixa Postal 1316, CEP 70000 - Brasília, DF.

⁴ Eng.^o Agr.^o, Prof. Adj., Diretor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 354, CEP 60000 - Fortaleza, CE.

De acordo com Paiva & Teófilo (1977), esta cultivar caracteriza-se pela apresentação de porte decumbente, ciclo de 67 dias até a primeira colheita e produção de grãos de cor marrom.

As sementes foram previamente germinadas em areia lavada; ao completarem dez dias, as plântulas foram transplantadas para recipientes de plástico, cada um, continha 6,5 litros de solução nutritiva continuamente areada. Cada tipo de solução, pela omissão e/ou excesso de um elemento, constituiu um tratamento. Permaneceram em cada recipiente duas plantas; todos os tratamentos foram realizados em triplicata, dentro de um delineamento inteiramente casualizado. As soluções nutritivas dos tratamentos, em geral, eram trocadas em intervalos de quatro dias, e foram preparadas com água destilada/deionizada e reagentes pró-análise.

A seguir, estão relacionados todos os tratamentos utilizados no experimento:

1. Testemunha - solução nutritiva completa (T)
2. Ausência de boro (-B)
3. Ausência de cobre (-Cu)
4. Ausência de ferro (-Fe)
5. Ausência de manganês (-Mn)
6. Ausência de molibdênio (-Mo)
7. Ausência de zinco (-Zn)
8. Toxidez de alumínio (+Al)
9. Toxidez de manganês (+Mn)

A composição da solução nutritiva completa corresponde à solução número 1 de Hoagland & Arnon (1950) e modificada por Sarruge (1970) quanto ao potencial osmótico adequado. Para os demais tratamentos utilizou-se a mesma solução, omitindo-se ou adicionando-se em excesso cada elemento em particular estudado. Os reagentes utilizados e a concentração final de cada elemento são detalhados por Nogueira (1980). A solução de Fe EDTA foi preparada de acordo com o método descrito por Jacobson (1951).

Nos tratamentos em que se testaram níveis tóxicos, a concentração de alumínio foi de 20 ppm, enquanto que a de manganês foi de 10 ppm. Como fontes de alumínio e manganês foram utilizados os sais $Al_2(SO_4)_3$, $18 H_2O$ e $MnSO_4 \cdot H_2O$, respectivamente.

As observações visuais representativas de cada deficiência e/ou toxidez de nutriente em particular, foram acompanhadas descritivamente, bem como fotografadas durante vários estágios e formas de suas manifestações nas plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Deficiência de boro - A ausência de boro no meio onde se desenvolveram as plantas de feijão-de-corda causou estas transformações drásticas tanto na parte aérea quanto no sistema radicular.

Na parte aérea, os sintomas manifestaram-se de três formas bastante distintas, de acordo com

o estágio de desenvolvimento da planta. Inicialmente, quando as plantas encotravam-se com 18 dias de idade, observou-se que a extremidade do folíolo central começou a mudar de coloração para um verde mais escuro, perder a consistência e o brilho, e murchar. Esta mesma parte da folha afetada começou a enrugarse, e perder totalmente a cor verde, tornando-se um tecido necrótico e quebradiço. Este sintoma se manifesta do ápice para a base do folíolo, atinge pelo menos, um terço do folíolo e provoca torções na folha. Ao apresentar estas manifestações, que não são em todas as folhas, a planta continua a crescer normalmente.

Outro tipo de sintoma começou a se manifestar quando as plantas estavam com aproximadamente 25 dias. Houve engrossamento do caule e praticamente o crescimento ficou paralizado. Notou-se que os entrenós ficavam mais curtos que os das plantas normais, o que lhe dava o aspecto de uma planta anã. As folhas mais novas começaram a retorcer-se pelos bordos, com uma sensível mudança de coloração, pois adquiriram uma tonalidade verde bem escuro, e as nervuras tornaram-se verde-pálidas. Estas mesmas folhas ficaram bastante espessas, pequenas, duras, opacas e com as nervuras bem proeminentes (Fig. 1). Em seguida, começaram a surgir sinais de queima e, conseqüentemente, secamento dos pontos de crescimento, mais evidenciados nos ramos principais. Isto ocasionou à planta uma grande emissão de ramos laterais, caracterizados pelo reduzido comprimento dos entrenós, o que conferiu à planta um aspecto

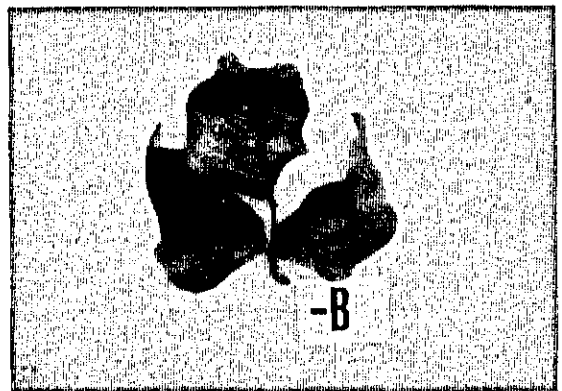


FIG. 1. Deficiência de boro: folha retorcida, espessa, dura, opaca, com nervuras bem salientes.

de moita. Nesta fase, foi bastante evidenciado o engrossamento exagerado do caule, cujas plantas não chegaram a emitir flores.

O sistema radicular apresentou-se muito reduzido, por causa do atrofiamento da quase totalidade das raízes secundárias, e as raízes primárias se assemelhavam a uma espinha de peixe. Na região do colo, surgiram fissuras longitudinais que circundavam totalmente a raiz e acarretavam, como consequência, o apodrecimento desta zona (Fig. 2).

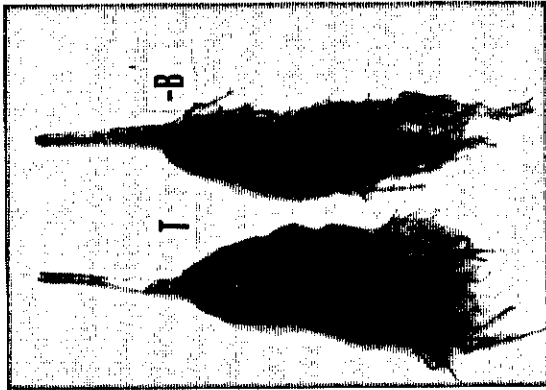


FIG. 2. Deficiência de boro: à esquerda, raízes normais; à direita, sistema radicular mostrando atrofiamento das raízes secundárias e fissuras longitudinais no colo.

Deficiência de ferro - O primeiro sinal de deficiência de ferro identificado em plantas cultivadas na ausência deste elemento foi uma clorose generalizada nas folhas mais novas, quando as plantas apresentavam-se com apenas 15 dias de idade, apesar do crescimento ainda normal. No início da deficiência, as nervuras manifestaram coloração verde mais escuro, porém, com o desenvolvimento do sintoma, as nervuras começaram a adquirir uma tonalidade verde-clara, chegando a se confundir com o limbo da folha. Nesta ocasião cessou o crescimento das plantas (Fig. 3). Com o decorrer do tempo, quando as folhas já se encontravam com aspecto esbranquiçado, devido ao aceleração da clorose, começaram a surgir manchas castanhas por toda a superfície das folhas, causando sua deformação como consequência do enrugamento provocado pela queima dos bordos. A planta de um modo geral, apresentou porte reduzido e pequena

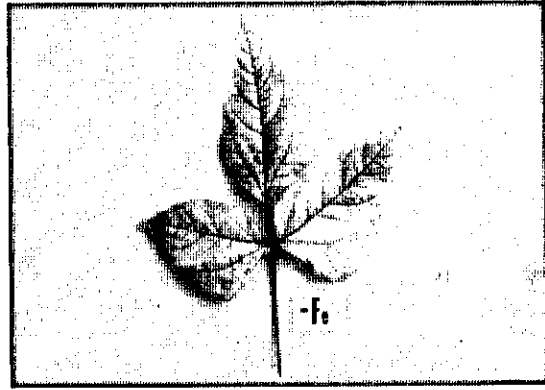


FIG. 3. Deficiência de ferro: folha bastante clorótica.

quantidade de folhas, em virtude da grande distância de um entrenó para outro. Com a continuação da deficiência, a planta perdeu muitas folhas, definhou e morreu, sem que qualquer flor fosse emitida.

O sistema radicular foi muito reduzido pela ausência do ferro e obedeceu a uma certa proporcionalidade com a parte aérea.

Deficiência de manganês - As plantas desenvolvidas em solução nutritiva deficiente em manganês mostraram, inicialmente, um amarelecimento nas regiões internervais das folhas mais novas; as nervuras e suas áreas adjacentes permaneceram com coloração verde bem intenso. Isto conferiu à folha um aspecto de renda. Paralelamente ao desenvolvimento do sintoma, observou-se que as plantas retardaram o crescimento, quando, então, a quase-totalidade das folhas apresentava o sintoma característico da deficiência. Com o aumento da deficiência, as plantas mostraram-se cada vez mais raquíticas, quando comparadas com plantas normais. O caule apresentava-se bastante fino, e as folhas, com dimensões pequenas e em número reduzido. Apesar de se tornarem cada vez mais agravados, os sintomas continuaram mantendo as características iniciais nas folhas, até que pequenas manchas avermelhadas começaram a ser notadas. Estas manchas tendem a se unir e a dominar toda a extensão da folha, culminando com a morte da planta, sem que esta tenha emitido flores (Fig. 4).

O sistema radicular das plantas apresentou dimensões e volume bastante reduzidos, guardando relação com a parte aérea.

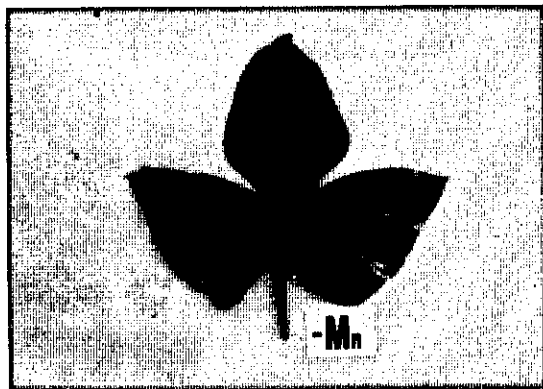


FIG. 4. Deficiência de manganês: folha mostrando estágio avançado de deficiência, com o surgimento de pontuações necróticas. As nervuras permanecem verdes.

Deficiência de cobre, molibdênio e zinco - As plantas de feijão-de-corda cultivadas em soluções nutritivas com ausência individual dos micronutrientes cobre, molibdênio e zinco não manifestaram qualquer sintoma visual de deficiência até a fase de floração. Segundo Tiffin (1972), as quantidades de cobre, molibdênio e zinco encontradas nas sementes são, geralmente, suficientes para que as plantas não mostrem sintomas de deficiência, ou então, podem ser suficientes para que as plantas adiem a manifestação dos sintomas. Provavelmente foi o que ocorreu com as plantas de feijão-de-corda, cujas sementes utilizadas no experimento poderiam conter teores destes elementos, suficientes para seu desenvolvimento quase normal. Entretanto, observou-se que as plantas de feijão-de-corda desenvolvidas na ausência de cobre, molibdênio e/ou zinco, iniciaram o processo de senescência precocemente, isto é, durante o início da floração, muito embora não apresentassem sintomas de deficiência. Por outro lado, as plantas cultivadas em condições adequadas destes micronutrientes somente iniciaram a senescência, quando estavam em fase bastante adiantada de frutificação, o que é normal da espécie.

O sistema radicular das plantas de feijão-de-corda deficientes destes elementos não foi afetado com relação ao crescimento e aparência.

Toxidez de manganês - As plantas de feijão-de-corda sob condições de toxidez de manganês, ao con-

trário das plantas desenvolvidas em solução nutritiva deficiente deste elemento, começaram a manifestar os sintomas através das folhas mais velhas. Os sintomas, inicialmente, se caracterizaram pelo aparecimento de pequenas pontuações castanhas, em toda a superfície da folha atingida. Em seguida, a folha começou a adquirir uma tonalidade amarelada; houve queda dos folíolos, mas o pecíolo, também amarelado, permaneceu preso ao caule. A fase entre o aparecimento das pontuações castanhas e a queda dos folíolos foi muito rápida, em torno de 24 horas. Devido a esta particularidade, observou-se que, nas plantas intoxicadas, poucas folhas mostravam os sintomas, os quais foram graduais das folhas mais velhas para as mais novas. Entretanto, apesar da reduzida área foliar, notou-se que o crescimento da planta foi pouco afetado pela toxidez.

Um aspecto curioso, observado nas plantas mantidas em solução nutritiva que continha níveis tóxicos de manganês, foi o acelerado crescimento antes do surgimento visual dos sintomas; porém, quando estes apareceram, as plantas diminuíram sensivelmente o ritmo de crescimento. Deve-se ressaltar também que as plantas não produziram flores.

Com relação ao sistema radicular, observou-se que este foi atingido pela toxidez de manganês e apresentou dimensões proporcionais à parte aérea das plantas.

Toxidez de alumínio - As plantas de feijão-de-corda, cultivadas em solução nutritiva que continha níveis elevados de alumínio, não mostraram sintomas visuais de toxidez deste elemento. O aspecto da folhagem assemelhou-se ao das plantas normais, e chegou inclusive, a emitir flores normalmente.

O fato de não ter manifestado qualquer sintoma visual pode ser atribuído a certa resistência da cultivar Pitiúba, quando desenvolvida em presença de altos teores de alumínio. Esta constatação é coerente com os resultados experimentais obtidos em soja por Armiger et al. (1968) e Foy et al. (1969), os quais encontraram resistência de cultivares dentro de uma mesma espécie quanto à sensibilidade a níveis elevados de alumínio.

O sistema radicular das plantas de feijão-de-corda também não foi afetado pela concentração de

alumínio estudada, pois mostrou desenvolvimento completamente normal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Júlio Melo Fontes, pelos trabalhos fotográficos.

REFERÊNCIAS

- ARMIGER, W.H.; FOY, C.D.; FLEMING, A.L. & CARDWELL, B.E. Differential tolerance of soybean varieties to an acid soil high in exchangeable aluminum. *Agron. J.*, 60:67-70, 1968.
- CUNNINGHAM, H.G. Trends in the use of micronutrients. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.419-30.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L. & ARMIGER, W.H. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to calcium nutrition. *Agron. J.*, 61:505-11, 1969.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. *The water-culture method for growing plants without soil*. s.l., Calif. Agric. Exp. Sta., 1950 (Circular, 347).
- JACOBSON, L. & OERTLI, J.J. The relation between iron and chlorophyll contents in chlorotic sunflower leaves. *Plant Physiol.*, 37:135-41, 1951.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola; adubos e adubação*. São Paulo. 2. ed. Biblioteca Agronômica Ceres, 1967.
- NELSON, E.L. & BARBER, S.A. Nutrient deficiencies in legumes for grain and forage. In: SPAGUE, H. B. *Hunger signs in crops*. 3. ed. New York, David Mackay Company. 1964. p.143-80.
- NOGUEIRA, O.L. Deficiências de micronutrientes essenciais e toxidez de alumínio e manganês em feijão-de-corda. Universidade Federal do Ceará. 1980. 67p. Tese Mestrado.
- PAIVA, J.B.; ALVES, J.F.; OLIVEIRA, F.J. & TEÓFILO, E.M. *Ensaios internacionais de cultivares de feijão-de-corda, procedentes da Nigéria. Relatório de pesquisa 1978*. Ceará. Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, 1979.
- PAIVA, J.B. & TEÓFILO, E.M. *Introdução, caracterização, multiplicação e manutenção de germoplasma. Relatório de Pesquisa 1976*. Ceará. Departamento de Fitotecnia do CCA-UFC. Fortaleza. 1977. p.1-9.
- SARRUGE, J.R. *Apontamentos de nutrição mineral de plantas. Curso de pós-graduação de solos e nutrição mineral de plantas*. ESALQ, 1970. 56p. Mimeografado.
- TIFFIN, L.O. Translocation of micronutrients in plants. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, O.M. & LINDSAY, W.L. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.199-230.