

Artigo Científico

ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE PLANTAS DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES

Gerônimo Ferreira da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Fitotecnia, UFERSA, BR 110 do km 47, Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: agrogefe@yahoo.com.br

Paulo Cezar Resende Fontes

Professor D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Departamento de fitotecnia, Bolsista do CNPq, Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36571-000, Viçosa-MG. E-mail: pacerefo@ufv.br

Luiz Paulo Ferreira de Lima

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Campus II, CEP 58397-000, Areia-PB. E-mail: luizpaulopp@yahoo.com.br

Talita Oliveira de Araújo

Bacharel em Ciências Biológicas, Mestranda em Botânica, UFV, Av. P H Rolfs, CEP 36570-000, Viçosa – MG. E-mail: talitaoa@yahoo.com.br

Larisse de Freitas Silva

Licenciada em Ciências Biológicas, Mestranda em Biologia Celular e Estrutural, UFV, Av. P H Rolfs, CEP 36570-000, Viçosa – MG. E-mail: larisse_bio@yahoo.com.br

RESUMO: Dada a importância do pepino (*Cucumis sativus* L.), destacando-se entre as hortaliças pelo alto consumo, aliada à escassez de pesquisas que relatem sintomatologias de desordens nutricionais na cultura, realizou-se o trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de nutrientes nos aspectos morfológicos e anatômicos do pepino. O experimento, realizado em sistema hidropônico, foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa, MG. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente ao acaso com cinco tratamentos: solução completa, 30% do N recomendado para a cultura, omissão de Mg, S e Fe, com quatro repetições, com uma unidade experimental sendo representada por um vaso com uma planta. Avaliou-se altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e volume de raiz, além da descrição anatômica e morfológica e registro fotográfico dos sintomas de deficiências aliados a omissão dos nutrientes na solução. O tratamento com omissão total de Fe foi aquele que mais limitou a produção de todas as variáveis avaliadas. Foi possível observar, registrar e descrever os sintomas de deficiência de todos os nutrientes omitidos da solução durante o crescimento inicial das plantas de pepino. As plantas de pepino deficientes de um ou mais nutrientes apresentaram sintomas específicos, os quais estão intimamente relacionados à desorganização de seus tecidos constituintes.

Palavras-chave: *Cucumis sativus* L., solução nutritiva, omissão de nutriente

MORPHOANATOMICAL ASPECTS OF PLANTS OF CUCUMBER (*Cucumis sativus* L.) UNDER NUTRIENT OMISSION

ABSTRACT : Given the importance of cucumber (*Cucumis sativus* L.), standing out among the vegetables by high consumption, coupled with the scarcity of studies that report the symptoms and nutritional disorders in the culture, the work was carried out in order to evaluate the effect of omission of nutrients in the morphological and anatomical aspects of the cucumber. The experiment was conducted in hydroponic system and conducted in the greenhouse of the Department of Agronomy, Federal University of Viçosa, MG. The experimental design was completely randomized design with five treatments: a comprehensive solution, 30% of N recommended for culture, omission of Mg, and Fe, with four replicates of an experimental unit being represented by a vase with a plant. Was evaluated for plant height, stem diameter, leaf number, leaf area, shoot dry mass, root dry weight and root volume, besides the morphological and anatomical description and photographic record of the symptoms of deficiencies coupled with the omission of nutrients in solution. Treatment with total omission of Fe was the one that most limited the production of all variables. It was possible to observe, record and describe the symptoms of deficiency of all nutrients omitted from the solution during the initial growth of cucumber plants. The cucumber plants deficient in one or more nutrients showed specific symptoms, which are closely related to the disruption of their tissue constituents.

Key-words: *Cucumis sativus* L., nutrient solution, omission of nutrients

INTRODUÇÃO

No Brasil o pepino (*Cucumis sativus* L.) ocupa a segunda posição em volume de produção em cultivo protegido (estufas plásticas) (SILVA et al., 1995). E sua comercialização tem obtido crescimento na importância entre as hortaliças, sendo muito apreciado e consumido em todo Brasil (NOMURA & CARDOSO, 2000; CARDOSO, 2002). Sendo produto perecível e consumido in natura, a preocupação com a qualidade nutricional do pepino deve ser mantida em todos os seguimentos envolvidos no processo da produção e comercialização (REZENDE, 1991).

Devido a esses fatos, trabalhos relacionados com o estado nutricional de plantas merecem destaque pelo fato de sua deficiência poder interferir na produção da biomassa e na qualidade do produto (SKREBSKY, 2007).

Os nutrientes apresentam diversas funções nos vegetais e a sua deficiência causa uma série de sintomas característicos para cada elemento, os quais são externados por sintomas típicos. O diagnóstico de problemas nutricionais, mediante a observação de sintomas, tem grande importância prática porque permite tomar decisões rápidas no campo para a correção das deficiências (MOLINA, 1997; FONTES, 2006). Portanto, uma das maneiras práticas de detectar o elemento limitante, além da diagnose foliar, é por meio do aspecto visual das plantas, considerando-se que as deficiências minerais promovem alterações no metabolismo, as quais frequentemente modificam os aspectos morfológicos (EPSTEIN, 1972; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006).

A nutrição mineral contribui para a composição da organização estrutural, ou seja, a omissão de nutrientes evidencia modificações na estrutura anatômica (MARSCHNER, 1995). Os estudos anatômicos que visam estudar os efeitos dos nutrientes na anatomia são importantes, visto que a anatomia da planta pode influenciar na translocação de nutrientes (ROSOLEM & LEITE, 2007).

Existem, na literatura, poucas informações sobre a influência da omissão de nutrientes nas características morfológicas e anatômicas. Especificamente com *Cucumis sativus* L. não foi encontrado nenhum trabalho relatando a influência dos nutrientes na alteração desses parâmetros.

Com base no exposto, a pesquisa terá como objetivo avaliar os efeitos da omissão parcial de nitrogênio e total de magnésio, enxofre e ferro em plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Agronomia da

Universidade Federal de Viçosa, MG, de setembro a novembro de 2010.

Sementes de pepino Tipo Caipira foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células (uma semente por célula), preenchidas com substrato de casca de arroz carbonizada. As mudas receberam uma concentração diluída de solução completa até atingirem dois pares de folhas verdadeiras.

Vinte e um dias após a semeadura as mudas foram transplantadas para vasos de oito litros sendo utilizada solução nutritiva com nutrientes variando de acordo com os seguintes tratamentos: Tratamento 1: solução completa segundo recomendação de Martinez (2002); Tratamento 2: solução com 30% do nitrogênio recomendado para a cultura; Tratamento 3: solução com omissão total de magnésio; Tratamento 4: solução com omissão total de enxofre e Tratamento 5: solução completa (macronutrientes) e (micronutrientes – com omissão total de ferro). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com quatro repetições, com uma unidade experimental sendo representada por um vaso com uma planta.

As plantas receberam aeração constante e diariamente a água evapotranspirada foi restituída, usando-se água deionizada. O pH foi mantido entre o intervalo de 5,5 a 6,5. A condutividade elétrica da solução foi monitorada com um condutivímetro digital portátil, onde a reposição de nutrientes foi realizada sempre que a condutividade elétrica (CE) atingiu 70% do valor inicial.

As plantas foram avaliadas, em intervalos de sete dias, quanto à sua altura, diâmetro do caule, número de folhas por planta e área foliar segundo metodologia sugerida por Blanco & Folegatti (2005). Os sintomas característicos de deficiência nutricional das plantas foram registrados fotograficamente e discriminados através da diagnose visual.

Ao fim do período experimental de 28 dias foi avaliado o comprimento da raiz pivotante e volume da raiz. Posteriormente, as plantas foram avaliadas quanto ao peso fresco da parte aérea e da raiz sendo em seguida postas em estufa de circulação de ar, à temperatura de 70 °C até que apresentassem peso constante. O material vegetal resultante foi pesado em balança de precisão (0,01 g) para determinação da matéria seca.

Para a análise anatômica, em microscopia de luz, segmentos das folhas que apresentavam sintomas dos diferentes tratamentos foram coletadas e fixados em solução de glutaraldeído (2,5%) e paraformaldeído (4%), em tampão cacodilato de sódio (pH 7,2), acrescido de cloreto de cálcio 5 mM (KARNOVSKY, 1965), por 48 horas, e desidratados em série butílica (JOHANSEN, 1940) destinados à inclusão em parafina para cortes transversais em micrótomo com 8 µm de espessura. Após a desparafinação, coloração com safranina e azul de astra e desidratação os cortes foram montados em Permout. As documentações fotográficas foram realizadas em fotomicroscópio (modelo AX70 TRF,

Olympus Optical, Tokyo, Japão) equipado com sistema U-photo, acoplado a uma câmera (modelo Spot Insightcolour 3.2.0, Diagnostic Instruments inc., New York, USA) e a um microcomputador, do Laboratório de Anatomia Vegetal da UFV.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ferro

Não foram verificados efeitos dos tratamentos sobre as variáveis altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule e área foliar até os 14 dias após o transplantio da cultura para a solução nutritiva (Tabela 1). No entanto, a partir dos 21 dias, após transplantio (DAT), até os 28, data da última avaliação, verifica-se que o tratamento com omissão de Fe apresentou os menores valores estatisticamente significativos para todas as variáveis avaliadas.

A redução acentuada observada nas variáveis de crescimento das plantas com omissão de Fe mostra a grande importância desse nutriente na fase inicial do crescimento da cultura do pepino. Segundo Marschmer (1995), a deficiência severa de ferro provoca inibição da divisão celular, e consequentemente redução no crescimento e número de folhas refletindo-se assim em menor crescimento e desenvolvimento das plantas. Trabalhando com a descrição detalhada dos principais sintomas de deficiências dos nutrientes na cultura do pimentão, em solução nutritiva, Fontes & Monnerat (1984) concluíram que plantas de pimentão deficientes em

ferro apresentam altura e número de folhas menores que as não deficientes, podendo-se essas reduções refletir-se também no diâmetro do caule e área foliar da cultura.

O tratamento com omissão de Fe foi o primeiro a expressar sintomas de deficiência, cerca de 5 dias após o transplantio. As folhas novas apresentavam clorose que se iniciava na base do pecíolo e caminhando em direção à ponta das folhas (Figuras 1B e 1C). Embora os sintomas tenham se iniciado pelas folhas novas, com o aumento do tempo de deficiência, a clorose atingiu também as folhas velhas, de modo que a planta inteira tornou-se clorótica e aos 28 dias após o transplantio, algumas folhas apresentavam-se esbranquiçadas e necróticas (Figura 1C). O sistema radicular mostrou-se escurecido, sem ramificações secundárias, apresentando raízes curtas e grossas. Assim, o crescimento da planta foi completamente prejudicado pela ausência do nutriente, denotando a importância do ferro na cultura do pepino. Segundo Epstein (1972) a deficiência de Fe nas plantas provoca uma clorose geral das mesmas, que depois se tornam esbranquiçadas. No princípio, as nervuras podem permanecer verdes, mas na maioria das espécies, elas também se tornam cloróticas.

De acordo com Malavolta et al. (1997), a clorose provocada pela deficiência de Fe é causada, possivelmente pela redução na produção de clorofila na planta. Romheld (2001) salienta que os sintomas de clorose podem ter sido causados por um distúrbio na estrutura do cloroplasto, como consequência da inibição na síntese de lipídios. Estes sintomas coincidem com aqueles obtidos por Salvador et al. (1999) e Lange et al. (2005) quando estudaram a omissão de Fe em goiabeira e mamoneira, respectivamente.

Tabela 1. Altura, número de folhas, diâmetro do caule e área foliar de plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva e submetidas à omissão parcial de nitrogênio e total de ferro, magnésio e enxofre

Tratamento	Dias após o transplantio			
	7	14	21	28
Altura de plantas (cm)				
Solução Completa	8,50 a	15,50 a	34,25 ab	88,75 a
Solução Completa sem Fe-EDTA	7,75 a	9,750 a	12,50 c	16,25 c
Solução com 30% de Nitrogênio	7,75 a	15,50 a	26,25 b	61,00 b
Solução sem Magnésio	7,25 a	13,75 a	31,00 ab	72,00 b
Solução sem Enxofre	8,00 a	14,75 a	39,00 a	90,25 a
Número de folhas (unidade)				
Solução Completa	2 a	4,00 a	7,00 ab	13,50 a
Solução Completa sem Fe-EDTA	2 a	4,00 a	4,75 c	6,00 c
Solução com 30% de Nitrogênio	2 a	4,00 a	6,00 ab	11,75 b
Solução sem Magnésio	2 a	4,00 a	6,25 ab	10,75 b
Solução sem Enxofre	2 a	4,25 a	7,50 a	13,50 a
Diâmetro do caule (mm)				
Solução Completa	3,070 a	4,32 a	7,20 a	8,61 a
Solução Completa sem Fe-EDTA	2,975 a	3,73 a	4,03 b	4,68 d
Solução com 30% de Nitrogênio	3,322 a	4,67 a	6,81 a	7,05 c
Solução sem Magnésio	2,935 a	4,42 a	6,25 a	7,23 b
Solução sem Enxofre	3,007 a	4,49 a	7,05 a	8,30 a
Área foliar (cm ²)				
Solução Completa	19,52 a	403,92 a	1810,37 a	4797,97 a
Solução Completa sem Fe-EDTA	18,61 a	46,815 a	201,417 b	251,21 c
Solução com 30% de Nitrogênio	17,71 a	426,96 a	1494,23 a	2954,23 b
Solução sem Magnésio	18,61 a	618,15 a	1994,09 a	3404,33 b
Solução sem Enxofre	19,06 a	565,62 a	2032,43 a	4686,44 a

Médias seguidas pela mesma letra, em cada variável, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nitrogênio

A omissão parcial de nitrogênio ocasionou, no final do experimento (28 dias), uma redução na altura das plantas, número de folhas, diâmetro do caule e área foliar (Tabela 1). Porém não foi observado redução da matéria seca da parte aérea em comparação com as plantas da solução completa (Tabela 2). Para esse tratamento, em comparação com o tratamento de solução completa, foram encontrados menores valores de massa seca de raiz e volume de raiz, porém esses valores não diferiram estatisticamente (Tabela 2).

A deficiência de N inibe o crescimento vegetal, pelo fato de ser constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos (TAIZ & ZEIGER, 2004). As omissões de elementos que mais limitaram o crescimento das plantas de pepino em relação à variável diâmetro do caule foram às de Fe e N. Mesmo em cultura diferente, esses dados são condizentes com

aqueles obtidos por Souza et al. (2010) que trabalhando com a cultura da abóbora italiana submetida a deficiências nutricionais simples e múltipla concluíram que as omissões que mais limitaram o crescimento da planta de abóbora italiana foram as de N e Fe.

Ao se avaliar a produção de matéria seca de raiz os resultados discordam daqueles verificados por Fernandes et al. (2005) trabalhando com maxixe-do-reino. Eles verificaram que a omissão de N reduziu 67% a produção de matéria seca da raiz (MSR). Em relação a esse mesmo parâmetro, de acordo com Mora Solis et al. (1988), dentre os tratamentos que mais afetaram o desenvolvimento da raiz de pepino foram Mg e N com reduções de 59,69 e 56,25% respectivamente, quando comparadas ao tratamento completo.

As plantas submetidas aos tratamentos com omissão de nutrientes na solução nutritiva apresentaram sinais de deficiência nas folhas em todos os tratamentos e o tratamento com solução nutritiva completa não

apresentou sinais de deficiência (Figura 1A). As plantas de pepino em solução nutritiva, com omissão parcial de nitrogênio (Figura 1D), manifestaram sintomas de deficiência do nutriente após 22 dias do início dos tratamentos. Verificou-se, primeiramente, que as folhas mais velhas, a partir da região basal, perdiam gradualmente a coloração verde para uma tonalidade verde-pálida, distribuindo-se uniformemente no limbo, pecíolo e nervuras (clorose em forma de V). Para Malavolta et al. (1997) esse fato ocorre devido o nitrogênio absorvido ser facilmente distribuído na planta via floema, na forma de aminoácidos. Com isso, quando o suprimento é insuficiente, o nitrogênio das folhas velhas é mobilizado para os órgãos e folhas mais novas. Consequentemente, verificam-se sintomas de clorose nas plantas deficientes em nitrogênio, principalmente nas folhas velhas. Ainda segundo os autores, a coloração amarelada está associada à menor produção de clorofila e com modificações na forma dos cloroplastos.

Magnésio

Ao final do experimento, a exceção da MSPA, houve redução e diferença significativa em todos os demais parâmetros avaliados no tratamento com omissão de magnésio em relação ao tratamento com solução completa (Tabelas 1 e 2).

Em relação à altura das plantas, esses dados são coerentes, pois segundo Fontes & Monnerat (1984) plantas deficientes em magnésio são ligeiramente menores do que as plantas normais. Avalhães et al. (2009) também encontraram redução significativa do diâmetro do caule, área foliar, matéria seca das raízes, das folhas e da planta inteira na cultura do repolho cultivada em solução nutritiva com omissão de magnésio. Esses dados refletem a importância do magnésio não apenas para a cultura do pepino.

As plantas de pepino em solução nutritiva, com omissão de magnésio, manifestaram sintomas de deficiência do nutriente após 9 dias do início dos tratamentos. Verificou-se inicialmente clorose entre as nervuras secundárias nas folhas inferiores, iniciando do ápice da folha, tendo surgido também manchas marrons, e com o progresso da deficiência ocorreu necrose nos bordos (Figuras 1E e 1F). Assim, a clorose foi mais intensa nas folhas mais velhas onde observou-se um intenso gradiente de intensidade em relação as folhas mais novas (Figura 1F). Para Vitti et al. (2006) esse padrão de clorose se dá porque a clorofila nas nervuras permanece inalterada por longos períodos quando comparada à clorofila das células ao redor das nervuras. Ainda segundo o autor, além da clorose, outros sintomas bastante comuns são a falta de crescimento (enfezamento) e lesões necróticas.

Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e volume de raiz (VR) de plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva e submetidas à omissão parcial de nitrogênio e total de ferro, magnésio e enxofre

TRATAMENTO	MSPA	MSR	VR
	-----g-----		---cm ³ ---
Solução Completa	23,3 ab	5,9 a	188,7 a
Solução Completa sem Fe-EDTA	5,4 d	1,7 b	1,5 d
Solução com 30% de Nitrogênio	23,1 ab	5,0 ab	127,5 b
Solução sem Magnésio	21,2 b	5,5 b	44,5 c
Solução sem Enxofre	17,2 c	4,4 ab	180,0 a

Médias seguidas pela mesma letra, em cada variável, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Enxofre

Aos 21 e 28 dias após o transplantio (DAT) a altura das plantas submetidas aos tratamentos com omissão de enxofre (S) não diferiu estatisticamente da altura daquelas submetidas ao tratamento com solução completa (Tabela 1). Ao final do experimento, também não houve diferença estatística de número de folhas, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da raiz e volume da raiz dos tratamentos com solução completa e com omissão de S (Tabela 2).

Possivelmente o enxofre não seja tão exigido pela cultura do pepino até a data avaliada (28 dias) ao ponto de comprometer o desenvolvimento inicial da cultura. De acordo com Blanco (2006), o enxofre é absorvido em quantidade relativamente baixa quando comparado como os demais nutrientes, sendo incomum a deficiência de S na cultura do pepino. Assim, os próprios sulfatos utilizados no preparo da solução estoque para micronutriente, bem como, as reservas das plantas podem

ter atendido a demanda das mesmas na fase vegetativa até a data avaliada, fazendo com que não se verificasse diferenças significativas do tratamento com ausência do elemento em relação ao tratamento com solução completa. Ainda de acordo com Blanco (2006), a necessidade de macro e micronutriente para a cultura do pepino é pequena no início do ciclo, e aumenta a partir dos 36 dias após emergência, sendo que o S tem sua absorção máxima por volta dos 70 dias, como o experimento foi conduzido até os 28 dias esse fato pode também justificar a ausência de variação nas características fitotécnicas avaliadas.

Fernandes & Haag (1972), estudando omissão de macronutrientes em pimentão, verificaram que com exceção do S todos os tratamentos foram afetados na altura das plantas. De acordo com Haag e Homa (1981), a omissão de S não afetou o desenvolvimento das plantas de berinjela, podendo ser explicado por consumo de luxo ou baixa extração pela cultura.

Os menores valores de MSPA foram observados nos tratamentos com omissão de Fe e S (Tabela 2). Esses resultados discordam em parte daqueles verificados por Mora Solis et al. (1988), que estudando omissão de nutrientes em plantas de pepino, com exceção do Mg e Fe, todos os tratamentos foram afetados pela ausência de nutriente na produção de MSPA. No entanto, ainda de acordo com esses autores as maiores reduções foram verificadas para elementos como S e N com 60,08% e 58,00% respectivamente.

As plantas de pepino em solução nutritiva, com omissão de enxofre (Figura 1G), manifestaram sintomas de deficiência do nutriente após 17 dias do início dos tratamentos. Os sintomas de deficiências nas plantas manifestaram-se nas folhas mais novas que apresentaram tonalidade verde mais claro e as nervuras mostraram-se mais pálidas em relação à borda da folha. No decorrer do ensaio apareceram pontos cloróticos por toda a folha. Sintomas semelhantes são comuns em outras espécies (BARROSO et al., 2005; GONÇALVES et al., 2006; SILVA et., 2009).

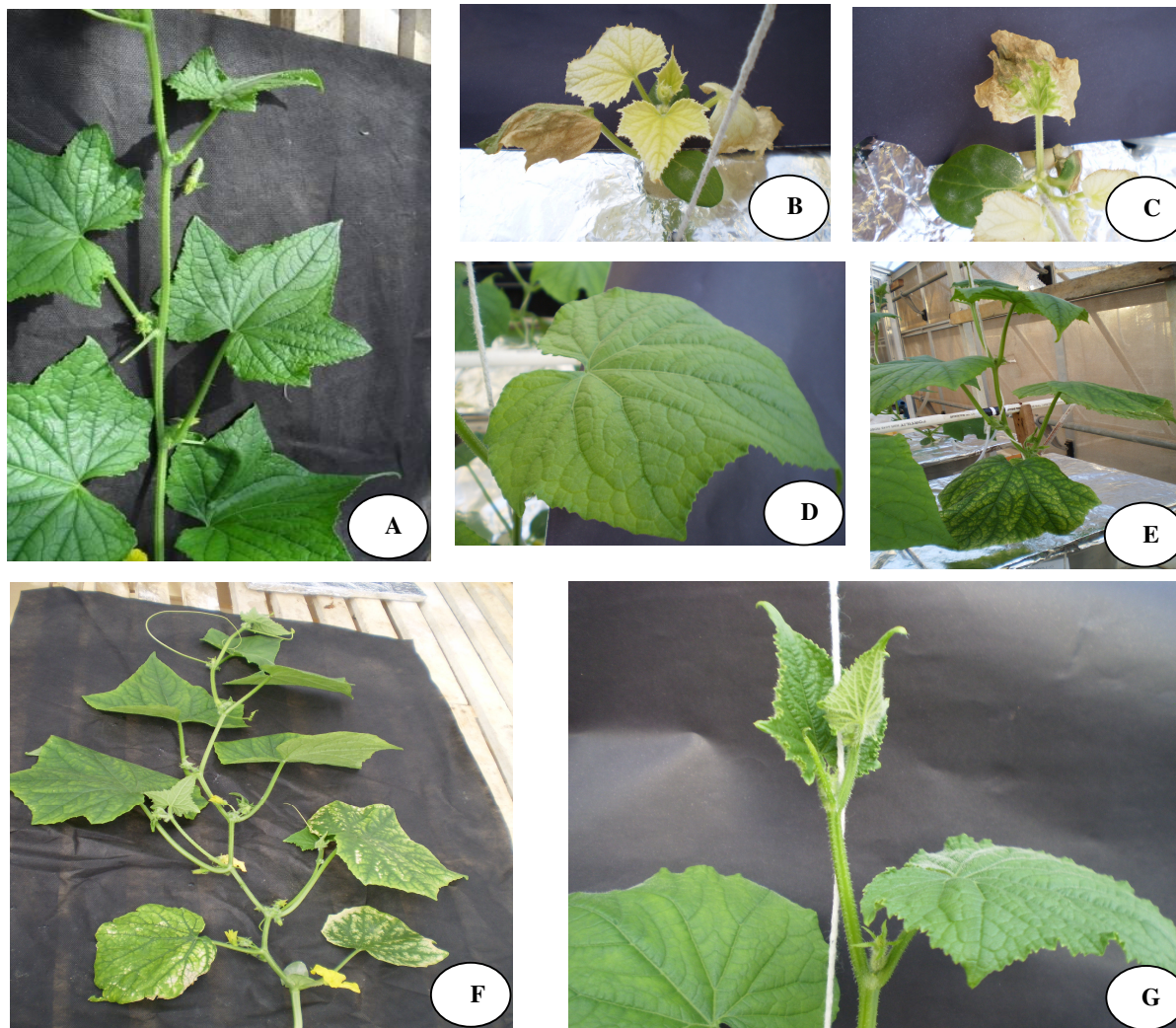


Figura 1. Plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) submetidas aos tratamentos em solução nutritiva. **A** - Tratamento com solução nutritiva completa; **B – C**: Tratamento com omissão de ferro; **D** - Tratamento com omissão parcial de nitrogênio; **E - F**: Tratamento com omissão de magnésio; **G** - Tratamento com omissão de enxofre.

Aspectos anatômicos

Folhas de *Cucumis sativus* são dorsiventrais e anfiestomáticas, com predominância de estômatos na

epiderme abaxial. Sua epiderme é unisseriadas, com células da superfície adaxial geralmente maiores do que na abaxial. Possuem numerosos tricomas e seu mesofilo é formado por uma a duas camadas de parênquima

paliádico e de quatro a sete camadas de parênquima lacunoso. O feixe vascular é bicolateral, com a presença de três feixes vasculares.

Observou-se nas folhas das plantas colapso das células do parênquima paliádico, além de desorganização do parênquima lacunoso, gerando evidentes espaços intercelulares por todo mesófilo, o que pode ter comprometido o desenvolvimento de atividades fisiológicas as quais, deficientes, resultaram nos sintomas morfológicos observados nesse trabalho em todos os tratamentos, como diminuição do crescimento do vegetal, aparecimento de clorose nas folhas, bem como a diminuição da área foliar. Assim, verifica-se que a disponibilidade de nutrientes afetou o crescimento e desenvolvimento normal das plantas, de forma que os

vegetais deficientes de um ou mais nutrientes apresentaram sintomas específicos, os quais estão intimamente relacionados à desorganização de seus tecidos constituintes.

Dickson (2000) descreve que a diminuição dos níveis ideais de nitrogênio proporciona, de modo geral, o desenvolvimento de caracteres xeromórficos na folha como aumento na densidade de tricomas, espessamento de cutícula e múltiplas camadas do parênquima paliádico. Os trabalhos relacionados a anatomia de desordens nutricionais na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) são ainda bastante insipientes, de forma que foram encontrados poucos trabalhos na literatura sobre o assunto, demonstrando a real necessidade de estudos dessa natureza.

CONCLUSÕES

1. O tratamento com omissão total de Fe foi aquele que mais limitou a produção de todas as variáveis avaliadas;
2. Foi possível observar, registrar e descrever os sintomas de deficiência de todos os nutrientes omitidos da solução durante o crescimento inicial das plantas de pepino;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALHÃES, C. C.; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E.; CORREIA, M. A. R. Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional de plantas de repolho cultivado em solução nutritiva. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 21-28, 2009.

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teça. **Revista Árvore**, v.29, n. 5, p. 671-679, 2005.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 305-309, 2005.

CARDOSO, A. I. I. Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 61, n. 1, p. 43-48, 2002.

EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1972. 412 p.

FERNANDES, L. A.; ALVES, D. S.; RAMOS, S. J.; OLIVEIRA, F. A.; COSTA, C. A.; MARTINS, E. R. Nutrição mineral de plantas de maxixe-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 719-722, 2005.

FERNANDES, P. D.; HAAG, H. P. Efeito da omissão dos macronutrientes no crescimento e na composição química

3. As plantas de pepino deficientes de um ou mais nutrientes apresentaram sintomas específicos, os quais estão intimamente relacionados à desorganização de seus tecidos constituintes.

de pimentão (*Capsicum annuum*, L. var. avelar) In: HAAG H. P; MINAMI K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill.1972. p. 513-536.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 3ª ed., 122p, 2006.

FONTES, P. C. R.; MONNERAT, P. H. Nutrição mineral e adubação das culturas de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 10, p. 25-31, 1984.

GONÇALVES, F. C.; NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p. 1053-1057, 2006.

HAAG H. P; HOMA P. Nutrição mineral de hortaliças: deficiências de macronutrientes em berinjela. In: HAAG H. P; MINAMI K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill. 1981. p. 419-431.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. McGraw Hill, New York, 1940.

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, v. 27, n. 1, p.137-138, 1965.

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P. MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado

- nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 61-67, 2005.
- MALAVOLTA E.; VITTI, G. G.; OLIVEIRA A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ª ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H. E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 61p. (Cadernos Didáticos 1).
- MOLINA, E. **Fertilización y nutrición de pejobaye para palmito. Research report, Centro de Investigaciones Agronómicas**. Universidade de Costa Rica: San José. 1997. 26p.
- MORA SOLIS, F. A.; HAGG, H. P.; FONSECA, H; CASTRO, J. C.; FERNANDES, O. Distúrbios nutricionais na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) var Aodai. In: HAAG, H.P; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 2ª Ed. 1988, p. 152-168.
- NOMURA, E. S.; CARDOSO, A. I. I. Redução da área foliar e o rendimento do pepino japonês. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 257-261, 2000.
- REZENDE, A. C. Controle da qualidade de hortaliças comercializadas nas centrais de abastecimento. In: Seminário Internacional sobre Qualidade de Hortaliças e Frutas Frescas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA - CNPH, p. 20-26, 1991.
- ROMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq, Fapesp, Potafos, p. 71-85. 2001.
- ROSOLEM, C. A.; LEITE, V. M. Coffee leaf and stem anatomy under boron deficiency. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 477-483, 2007.
- SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Sintomas visuais de deficiência de micronutrientes e composição mineral de folhas de mudas de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 249-255, 1999.
- SILVA, A. A.; SOPRANO, E.; VIZZOTTO, V. J.; GRANZOTTO, M. S. **Caracterização de deficiências nutricionais em pepineiro**. Santa Catarina: EPAGRI, 1995. 35p.
- SILVA, E. B.; TANURE, L. P. P.; SANTOS, S. R.; RESENDE JÚNIOR, P. S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, 2009.
- SKREBSKY, E. C. **Nutrição mineral e toxidez de cádmio em ginseng brasileiro (Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen)**. Rio Grande do Sul: UFSM, 2007. 209p. Tese Doutorado.
- SOUZA, G. A.; COELHO, V. A. T.; CARVALHO, J. G.; RODAS, C. L.; SILVA, I. P.; COELHO, L. C. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 29, 2010. Espírito Santo. **Anais...** (CD-ROM).
- TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto alegre: Artmed, 2004, 719p.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. ed. **Nutrição Mineral de Plantas**; Viçosa, MG, SBCS, 2006. p. 299-325.

Recebido em 06/01/2011
Aceito em 05/05/2011