

**Deficiências nutricionais em abóbora italiana: caracterização dos sintomas, crescimento e composição mineral**

**Nutritional deficiencies in italian pumpkin: characterization of symptoms, growth and mineral composition**

**Deficiencias nutricionales en la calabaza italiana: caracterización de síntomas, crecimiento y composición mineral**

Recebido: 24/04/2020 | Revisado: 27/04/2020 | Aceito: 06/05/2020 | Publicado: 19/05/2020

**Viviane Amaral Toledo Coelho**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5010-8429>

Faculdade ALFA, Brasil

E-mail: [vivianeatc@yahoo.com.br](mailto:vivianeatc@yahoo.com.br)

**Carla Giselly de Souza**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4701-0954>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [carlaxlsouza@yahoo.com.br](mailto:carlaxlsouza@yahoo.com.br)

**Ednardo de Souza Nascimento**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8133-6849>

Faculdade ALFA, Brasil

E-mail: [ednardonardim@hotmail.com](mailto:ednardonardim@hotmail.com)

**Luiza Gobira Lacerda**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5529-1584>

Faculdade ALFA, Brasil

E-mail: [lugobila@hotmail.com](mailto:lugobila@hotmail.com)

**Patrícia Alves Cardoso**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7569-6722>

Faculdade ALFA, Brasil

E-mail: [patriciacardosorib@yahoo.com.br](mailto:patriciacardosorib@yahoo.com.br)

## Resumo

**Objetivo:** caracterizar os sintomas visuais de deficiência simples e múltiplas em abóbora italiana, parâmetros de crescimento e a composição mineral das folhas cultivada em solução nutritiva. **Material e Métodos:** O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, Lavras, MG. O delineamento estatístico utilizado foi o DIC com onze tratamentos e três repetições, em solução nutritiva baseada na solução de Hoagland & Arnon. Os tratamentos foram: solução nutritiva completa (controle), soluções nutritivas com omissão individual de K, Ca, Mg, B, Mn e Zn e as omissões múltiplas de BZn, CaB, MnMg e KZn. As plantas foram selecionadas quanto à uniformidade de tamanho da parte aérea e raízes e então, individualizadas em vasos plásticos com capacidade de oito litros, constituindo assim, cada vaso uma parcela experimental. Após a manifestação dos sintomas visuais de deficiência, as plantas dos tratamentos foram colhidas, sendo, posteriormente, coletada a matéria seca e realizada a análise química das plantas. **Resultados:** Os parâmetros analisados para deficiências nutricionais múltiplas em abóbora italiana apresentam diferenças estatísticas entre si. **Conclusão:** As omissões múltiplas CaB, BZn e MgMn em solução nutritiva resultam em alterações morfológicas, traduzidas em sintomas característicos de deficiência. Os sintomas de deficiência foram inicialmente, característicos de cada nutriente (com exceção do Zn e Mn), tendo a ausência dos nutrientes na solução, independentemente de estarem isolados ou associados a outro. A omissões simples e múltiplas afeta os parâmetros de crescimento, produção de matéria seca, teores e acúmulos nutricionais de abóbora italiana cv. Caserta.

**Palavras-chave:** *Cucurbita pepo* L; Cucurbitáceas; Nutrição mineral de plantas; Solução nutritiva.

## Abstract

**Objective:** to characterize the visual symptoms of simple and multiple deficiencies in Italian squash, growth parameters, and the mineral composition of the leaves grown in the nutrient solution. **Material and Methods:** The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil Science at UFLA, Lavras, MG. The statistical design used was the DIC with eleven treatments and three replications, in a nutrient solution based on the Hoagland & Arnon solution. The treatments were: complete nutrient solution (control), nutrient solutions with the individual omission of K, Ca, Mg, B, Mn, and Zn and multiple omissions of BZn, CaB, MnMg, and KZn. The plants were selected according to the size uniformity of the aerial part and roots and then, individualized in plastic pots with a capacity of eight liters, thus

constituting each pot as an experimental plot. After the manifestation of visual deficiency symptoms, the treatment plants were harvested and the dry matter was subsequently collected and chemical analysis of the plants was performed. **Results:** The vestments analyzed for multiple nutritional deficiencies in Italian pumpkin have statistical differences between them. **Conclusion:** Multiple omissions CaB, BZn, and MgMn in nutrient solution result in morphological changes, translated into characteristic symptoms of deficiency. Deficiency symptoms were initially characteristic of each nutrient (with the exception of Zn and Mn), with the absence of nutrients in the solution, regardless of whether they are isolated or associated with another. Simple and multiple omissions affect the parameters of growth, dry matter production, levels, and nutritional accumulations of Italian pumpkin cv. *Caserta*.

**Keywords:** *Cucurbita pepo* L.; Cucurbitáceas; Mineral plant nutrition; Nutritive solution.

## Resumen

**Objetivo:** caracterizar los síntomas visuales de la deficiencia simple y múltiple en la calabaza italiana, los parámetros de crecimiento y la composición mineral de las hojas cultivadas en solución nutritiva. **Material y métodos:** El experimento se llevó a cabo en un invernadero en el Departamento de Ciencia del Suelo en UFLA, Lavras, MG. El diseño estadístico utilizado fue el DIC con once tratamientos y tres repeticiones, en una solución nutritiva basada en la solución Hoagland & Arnon. Los tratamientos fueron: solución nutritiva completa (control), soluciones nutritivas con omisión individual de K, Ca, Mg, B, Mn y Zn y omisiones múltiples de BZn, CaB, MnMg y KZn. Las plantas se seleccionaron de acuerdo con la uniformidad de tamaño de la parte aérea y las raíces y luego se individualizaron en macetas de plástico con una capacidad de ocho litros, constituyendo así cada maceta como una parcela experimental. Después de la manifestación de los síntomas de deficiencia visual, las plantas de tratamiento se cosecharon y la materia seca se recogió posteriormente y se realizó un análisis químico de las plantas. **Resultados:** Las vestimentas analizadas para detectar deficiencias nutricionales múltiples en la calabaza italiana tienen diferencias estadísticas entre ellas. **Conclusión:** Las omisiones múltiples de CaB, BZn y MgMn en la solución nutritiva resultan en cambios morfológicos, traducidos en síntomas característicos de deficiencia. Los síntomas de deficiencia fueron inicialmente característicos de cada nutriente (con la excepción de Zn y Mn), con la ausencia de nutrientes en la solución, independientemente de si están aislados o asociados con otro. Las omisiones simples y múltiples afectan los parámetros de crecimiento, producción de materia seca, niveles y acumulaciones nutricionales del cv. *Caserta*.

**Palabras clave:** *Cucurbita pepo* L.; Cucurbitáceas; Nutrición de plantas minerales; Solución nutritiva.

## 1. Introdução

As plantas necessitam de elementos essenciais para sua vida, devido às diversas funções que esses desempenham. Os nutrientes em concentrações inadequadas podem ocasionar vários distúrbios, fazendo-se necessário o conhecimento sobre quais são mais os exigidos pelos vegetais. A identificação de deficiências nutricionais é uma importante ferramenta para auxiliar o manejo da adubação nas diversas culturas, pois possibilita diagnosticar no campo e assim direcionar ações para comprovar e corrigir a deficiência de algum nutriente.

Para se caracterizar essas deficiências com mais segurança e sem a interação com outros fatores, o cultivo em solução nutritiva é uma opção viável, permitindo associar os sintomas visíveis com a composição mineral do tecido vegetal. Além disso, deficiências múltiplas podem ocorrer em campo dificultando a diagnose, visto que a sua maioria é descrita de forma isolada (Marschner, 2012). Isso acontece em várias culturas e os dados na literatura são incipientes, dentre elas as cucurbitáceas.

As cucurbitáceas representam uma importante família de plantas utilizadas para a produção de alimentos e fibras. O crescimento do consumo de hortaliças vem exigindo do horticultor, dentro de uma perspectiva de sustentabilidade da agricultura, o emprego de técnicas que possibilitem a produção de alimentos com maior produtividade e qualidade. A abóbora italiana (*Cucurbita pepo* L.) situa-se entre as dez hortaliças de maior valor econômico e produção no Brasil. É uma cultura de importância econômica principalmente no centro e sul do País. Tem ciclo de 50 a 70 dias, podendo ser cultivada a campo tanto no verão, quanto na primavera (Souza et al., 2002; Fontes, 2014).

Diante o exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar os sintomas visuais de deficiência simples e múltiplas em abóbora italiana, parâmetros de crescimento e a composição mineral das folhas cultivada em solução nutritiva.

## 2. Metodologia

Uma pesquisa visa alcançar novos conhecimentos para a sociedade como preconiza Pereira et al. (2018). O presente experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG). O

delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com onze tratamentos, representados por: solução completa baseada em Hoagland e Arnon (1950), omissão de K (-K), omissão de Ca (-Ca), omissão de Mg (-Mg), omissão de B (-B), omissão de Mn (-Mn), omissão de Zn (-Zn), omissão múltipla de B e Zn (-BZn), omissão múltipla de Ca e B (-CaB), omissão múltipla de K e Zn (-KZn) e omissão múltiplas de Mg e Mn (-MgMn) em três repetições. A parcela experimental foi constituída por uma planta por vaso.

As plantas da abóbora italiana utilizadas foram da cultivar Caserta, sendo propagadas por sementes. Estas foram colocadas em bandejas de isopor com 72 células contendo o substrato comercial Plantmax®.

Quando as mudas atingiram cerca de 10 cm (sete dias após a germinação), essas foram transferidas do substrato para solução nutritiva referente à Hoagland & Arnon (1950), a 10% de sua força iônica, sob aeração constante, por um período de 10 dias. Após esse período, as mudas foram individualizadas em vasos com capacidade para oito litros, onde foram aplicados os tratamentos sob a técnica do elemento faltante. Ao longo do período experimental a concentração das soluções foi aumentando para 50 e 100%, ficando dez dias em cada concentração. Como suporte para a fixação da planta no vaso foi utilizada placa de isopor de dois milímetros. As soluções nutritivas foram trocadas quinzenalmente.

No preparo de todas as soluções estoques dos nutrientes empregaram-se reagentes p.a. As soluções nutritivas foram preparadas utilizando-se água deionizada e, durante o intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado, sempre que necessário, utilizando-se água deionizada.

Durante todo o experimento, os sintomas foram observados, fotografados e descritos. Após a manifestação dos sintomas visuais de deficiência, os tratamentos foram colhidos. Ao fim do período experimental de 25 dias, as plantas foram avaliadas quanto à sua altura e diâmetro do caule (cm). Após estas avaliações, as plantas foram colhidas e divididas em parte aérea e raiz, sendo as mesmas lavadas em água corrente e água destilada. Posteriormente, estas foram secas em estufa de circulação de ar, à temperatura de 65-70°C, até que apresentassem peso constante após 72 horas. O material vegetal resultante foi pesado em balança de precisão (0,01g) para a determinação da matéria seca. Após a secagem, procedeu-se também à moagem para análise química, determinando-se os teores nutricionais da parte aérea seguindo os métodos descritos por Malavolta, Vitti & Oliveira (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Scott & Knott, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas como preconiza Ferreira, (2011) foram realizadas pelo programa computacional Sisvar.

### 3. Resultados e Discussão

#### Caracterização dos sintomas de deficiência

As plantas cultivadas sob omissão múltipla de Ca e B, inicialmente apresentaram sintomas visuais típicos da carência de B. As plantas apresentaram crescimento retardado quando comparados ao tratamento completo e várias alterações morfológicas nas folhas. Inicialmente as folhas mais jovens eram malformadas e, com o avanço da carência, apresentavam necroses localizadas nas margens (Figura 1 e 2). Os sintomas dessa omissão ocorrem em folhas mais novas, devido à baixa mobilidade do B. As raízes das plantas eram menos densas, apresentando escurecimento com necroses nas suas extremidades. Esses sintomas de deficiência corroboram com os encontrados por Coelho e colaboradores estudando deficiência nutricionais simples em abobora italiana desses mesmos nutrientes (Coelho et al., 2019; Coelho et al., 2020).

Os sintomas visuais de deficiência de Ca foram caracterizados por uma clorose das margens das folhas mais jovens e crescimento lento. Com o avanço da deficiência, a clorose progrediu para manchas necróticas. As raízes das plantas apresentaram menor crescimento. Resultados semelhantes foram observados por Vidigal et al. (2009) em trabalho com melancia sob omissão simples de Ca. Esse macronutriente desenvolve diversas funções na plantas como: permeabilidade e estrutura da parede celular, alongação e divisão celular, translocação de carboidratos e nutrientes, dentre outros (Malavolta, 2006).

As plantas sob omissão de MgMn somente manifestaram sintomas semelhantes à deficiência relacionada ao macronutriente. Inicialmente apresentaram clorose nas folhas mais velhas, paralelas às margens do limbo foliar, que progrediam para o interior da folha. As porções das folhas próximas da nervura central permaneceram verdes assim como a própria nervura central (Figuras 3 e 4).

As plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão múltipla de B e Zn, apresentaram os sintomas semelhantes à de deficiência de B, como descrito anteriormente (Figura 5). AS plantas sob deficiência de K e Zn apresentaram deficiências características somente do macronutriente, o que já foram descritos em artigo já publicado por esta equipe (Coelho et al., 2019; Coelho et al., 2020). O mesmo ocorreu com sintomas individuais de deficiências de B, Ca e Mg.



**Figura 1.** Folhas de plantas de abóbora italiana cultivadas sob omissão de CaB. UFLA, Lavras, MG.



**Figura 2.** Parte aérea de abóbora italiana dos tratamentos sob omissão de CaB. UFLA, Lavras, MG.



**Figura 3.** Folhas de plantas de abóbora italiana cultivadas sob omissão de MgMn. UFLA, Lavras, MG.



**Figura 4.** Folhas de plantas de abóbora italiana cultivadas sob omissão de MgMn. UFLA Lavras, MG.



**Figura 5.** Parte aérea de abóbora italiana dos tratamentos sob omissão de BZn. UFLA, Lavras, MG.

### Parâmetros de crescimento

O efeito dos tratamentos foi verificado nos parâmetros de crescimento e na produção de matéria seca de abóbora italiana sob omissão simples e múltipla de nutrientes (Tabela 1).

**Tabela 1.** Altura (ALT), diâmetro de caule (DC), produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSRA) de abóbora italiana sob omissão de nutricionais simples e múltiplas.

Tratamentos	ALT (cm)	DC (cm)	MSPA (g)	MSRA (g)
Completo	39,33a	0,90b	16,2a	1,13b
-K	29,50b	0,95a	12,90b	0,83c
-Ca	29,50b	0,90b	8,71c	0,75c
-Mg	27,50b	0,65c	8,41c	0,49d
-B	15,00d	0,80b	7,49c	0,42d
-Mn	28,67b	1,00a	9,46c	1,33a
-Zn	29,67b	0,83b	12,49b	1,32a
-BZn	19,33c	0,83b	4,12d	0,25e
-CaB	13,67d	0,53c	1,82e	0,14e
-KZn	22,37c	0,57c	3,12d	0,32d
-MgMn	21,00c	0,83b	5,05d	0,35d
CV (%)	14,07	12,19	20,36	16,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5%.  
Fonte: Autores.

Para a altura, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento completo, com 39,33 centímetros. Os tratamentos que mais afetaram a altura das plantas foram -B e -CaB com redução de 61,9 e 65,2%, quando comparados ao tratamento completo.

Ressalta-se que a deficiência nutricional pode acarretar em redução do crescimento como citado por diversos autores. Esses resultados concordam em partes aos encontrados por Souza et al. (2015) em plantas de mamoneira verificou as menores alturas nos tratamentos onde foram omitidos B e CaB, respectivamente, 42% e 30,2% menores quando comparados ao tratamento completo.

Em relação ao diâmetro do caule (DC), os maiores valores foram encontrados nos tratamentos -Mn e -K e completo. Os menores valores foram observados nas plantas do tratamento -Mg, -Ca e -KZn.

Em abóbora italiana, o tratamento completo foi o que apresentou as maiores produções de MSPA, 16,23 g. Por outro lado, as menores produções foram observadas no tratamento -CaB que apresentaram reduções de, 88,8% quando comparados ao tratamento completo. Esses dados corroboram com os encontrados autores estudando deficiências múltiplas em mamoneira (Souza et al., 2015) e *Physalis peruviana* (Moschini et al., 2017).

Ao avaliar a produção de MSRA em plantas de abóbora italiana, verifica-se que os maiores valores foram encontrados nos tratamentos -Mn e -Zn que foram, respectivamente, 17,7 e 16,8% superiores ao tratamento completo (1,13 g).

Os tratamentos em que se observaram as menores produções de MSRA foram -BZn e -CaB, onde verificou-se 77,9 e 87,6%, respectivamente, inferiores ao tratamento completo.

Fernandes et al. (2005) trabalhando com maxixe-do-reino, verificaram que à omissão de N reduziu 67% a produção de MSRA.

A relativa imobilidade do B nos tecidos faz com que sua deficiência ocasione distúrbios no crescimento dos tecidos meristemáticos (Malavolta, Vitti & Oliveira, 1997). Segundo Malavolta (2006), os sintomas característicos da deficiência de B são folhas novas pequenas ou malformadas, grossas, endurecidas e quebradiças, com coloração bronzeada, evoluindo para necrose.

Quando há deficiência de B as células novas de plantas não se diferenciam, resultando em redução do crescimento e de deformações ou morte nos pontos de crescimento (Kabata-Pendias, 2011).

Os sintomas de deficiência de Ca aparecem mais cedo, e mais severamente, em regiões meristemáticas e folhas jovens. Como o nutriente não é redistribuído, os pontos de crescimento são danificados ou mortos.

Assim, o crescimento das raízes é severamente afetado. A ocorrência da clorose em folhas mais velhas, como afirma Malavolta (2006) é justificada pelo fato do Mg ser rapidamente translocado das regiões maduras para as mais jovens da planta, com crescimento ativo.

### **Nutrição mineral das plantas com deficiências**

Os teores e acúmulos de macronutrientes podem ser observados nas Tabelas 2 e 3 e apresentaram diferenças estatísticas entre si.

**Tabela 2** – Teores médios de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e enxofre (S) das folhas de abóbora italiana sob deficiências nutricionais múltiplas.

Teores nutricionais (g.kg <sup>-1</sup> )					
Tratamentos	P	K	Ca	Mg	S
Completo	13,17a	25,20a	43,05b	2,90c	5,91a
-K	12,58a	17,80c	39,81b	2,15d	5,47a
-Ca	11,09b	23,20a	18,25d	3,45a	5,64a
-Mg	11,32b	2500a	44,26b	0,11e	5,43a
-B	15,43a	26,40a	39,81b	1,85d	5,28a
-Mn	1,80d	20,40b	57,56a	3,34b	4,22b
-Zn	1,56d	21,40b	44,53b	2,91b	3,98b
-KZn	13,12a	4,0d	31,05c	1,92d	5,09a
-CaB	14,59a	23,60a	5,32e	3,87a	3,20b
-MgMn	11,09b	24,40a	41,00b	0,13e	4,07b
-BZn	5,11c	7,20d	21,62d	1,49d	1,72c
CV (%)	14,35	8,64	13,40	11,80	14,43

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5%.  
 Fonte: Autores.

**Tabela 3** – Acúmulos nutricionais de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e enxofre (S) das folhas de abóbora italiana sob deficiências nutricionais múltiplas.

Acúmulos nutricionais (mg.planta <sup>-1</sup> )					
Tratamentos	P	K	Ca	Mg	S
Completo	166,61a	360,59a	535,94a	36,42a	77,03a
-K	112,10b	159,03b	347,70a	19,19c	48,52b
-Ca	60,72c	127,27b	100,03e	18,88c	30,86c
-Mg	68,75b	151,33b	274,95c	0,65f	31,10c
-B	91,01b	155,45b	235,32b	10,95d	31,23c
-Mn	12,47d	139,67b	396,37b	22,80c	28,93c
-Zn	14,77d	202,44b	424,95b	27,62d	37,78b
-KZn	31,70d	11,92d	75,46d	4,66e	12,31d
-CaB	21,15d	34,14d	7,71e	5,58e	4,77d
-MgMn	42,33c	102,27c	171,98d	0,57f	17,07d
-BZn	16,67d	23,84d	67,98e	5,03e	5,44d
CV (%)	26,73	24,31	22,00	21,22	34,94

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5%.  
 Fonte: Autores.

Ao analisar o teor de P, as plantas dos tratamentos -Mn e -Zn apresentaram os menores valores, com redução entre oito e nove vezes em comparação ao tratamento completo.

Em relação aos teores de K, os menores teores foram observados naquelas plantas nas quais se omitiram esse nutriente. Dados semelhantes foram observados por Almeida e colaboradores (2011) estudando deficiência nutricionais em plantas de alface.

Para a variável teor de Ca, os maiores teores foram observados nas plantas do tratamento -Mn, enquanto os menores teores foram encontrados nas plantas dos tratamentos -CaB, -Ca e -BZn com reduções em comparação ao tratamento completo de 88,58 e 50% respectivamente. Moschini et al. (2017) observou teores baixos de Ca em plantas com deficiências simples de B. Os maiores teores podem ser explicados de Ca nas plantas com deficiência de Mn pelo antagonismo existente entre Ca e Mn, enquanto os menores teores provavelmente se devem a ausência de Ca na solução e no sinergismo existente entre Ca e B (Kabata-Pendias, 2011).

Os menores teores de Mg foram verificados nas plantas dos tratamentos nos quais se retirou esse macronutriente da solução de cultivo. Enquanto isso, os maiores teores do Mg foram observados nas plantas dos tratamentos -Ca e -CaB. Para Malavolta (2006) concentrações elevadas de Mg disponível podem levar a uma baixa absorção de Ca pelas plantas, o que evidencia a existência de uma forte competição iônica entre os dois elementos.

Os menores teores de S foram observados nas plantas do tratamento -BZn, com valores quatro vezes menores em relação ao tratamento completo.

O acúmulo nutricional é calculado pela multiplicação do teor e da matéria seca. Os valores encontrados normalmente são justificados por essas variáveis. No caso do P, o maior valor encontrado nas plantas do tratamento completo se deve pela alta produção de matéria seca. Já em relação aos menores valores encontrados nas plantas dos tratamentos -Mn, -Zn, -CaB e -KZn provavelmente se deve ao baixo aporte de matéria seca.

Para o acúmulo de K, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento completo, enquanto os menores foram observados nas plantas do tratamento -KZn, -CaB e -BZn pelos mesmos motivos acima citados.

Nos acúmulos de Ca, os menores valores foram constatados nas plantas dos tratamentos -Ca, -CaB e -BZn. Já para os acúmulos de Mg, os maiores foram observados nas plantas do tratamento completo, enquanto os menores valores foram verificados nas plantas dos tratamentos em que se omitiram esse nutriente.

Os acúmulos de enxofre encontrados foram maiores nas plantas do tratamento completo. Os menores valores foram observados nas plantas dos tratamentos com omissões múltiplas.

Os teores e acúmulos de micronutrientes são mostrados nas Tabelas 4 e 5 e apresentam diferenças estatísticas entre si.

**Tabela 4** – Teores médios de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) das folhas de abóbora italiana sob deficiências nutricionais múltiplas.

Tratamentos	Teores nutricionais (mg.kg <sup>-1</sup> )			
	Cu	Fe	Mn	Zn
Completo	8,25d	159,62a	262,05c	48,49d
-K	10,51c	193,47a	140,82d	122,84a
-Ca	8,26d	161,31a	799,48a	101,97b
-Mg	15,18a	144,67a	863,12a	97,60b
-B	12,84b	137,24a	488,57b	66,20c
-Mn	6,31e	142,91a	52,19e	38,60d
-Zn	5,87e	119,65a	283,60c	36,50d
-KZn	6,36e	113,17a	242,91c	70,88b
-CaB	6,40e	152,70a	104,32d	90,25b
-MgMn	8,18d	139,65a	39,68e	64,45c
-BZn	6,36e	107,20a	303,18c	58,60c
CV (%)	11,79	15,76	13,13	16,67

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5%.  
Fonte: Autores.

Em relação ao teor de Cu, os maiores valores foram observados nas plantas com deficiência de Ca. Já para os teores de Fe, as plantas dos tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Assim como o Mn, existe antagonismo entre Ca e Cu relatado por Kabata-Pendias (2011), o que explica os altos teores de Cu.

**Tabela 5** – Acúmulos nutricionais de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) das folhas de abóbora italiana sob deficiências nutricionais múltiplas.

Tratamentos	Acúmulos nutricionais ( $\mu\text{g.planta}^{-1}$ )			
	Cu	Fe	Mn	Zn
Completo	104,13a	1997,43a	3197,31c	619,39b
-K	97,76a	1720,88a	1255,04d	1086,93a
-Ca	45,42b	883,79b	4376,20b	558,94b
-Mg	93,07a	897,72b	5271,01a	597,16b
-B	76,24a	813,87b	2878,61c	391,00c
-Mn	43,39b	980,73b	358,01d	264,88c
-Zn	55,94b	1142,63b	2722,03c	346,87c
-KZn	15,48c	273,79c	393,22d	172,35c
-CaB	9,28c	220,11c	151,55d	130,84c
-MgMn	34,24b	560,69c	166,72d	269,20c
-BZn	30,96b	336,17c	957,97d	180,80c
CV (%)	25,77	23,96	25,01	29,13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5%.

Fonte: Autores.

Os maiores teores de Mn foram encontrados nas plantas com deficiência de Mg e Ca, enquanto os menores teores desse micronutriente foram observados nas plantas com omissão do mesmo (-Mn e -MgMn). O antagonismo existente entre Ca x Mn já foi explicado anteriormente, sendo que o mesmo acontece com Mg x Mn e é relatado na literatura, pois ambos são encontrados na forma catiônica (Marschner, 2012). Para os teores de Zn, os maiores valores foram observados nas plantas com carência de K (assim como o acúmulo de Zn) e os menores valores foram encontrados nas plantas deficientes de Zn.

Veigas e colaboradores (2013), estudando deficiências nutricionais em plantas de pimenteira longa observaram que, os maiores teores de Mn foram encontrados nas plantas com deficiência de K e os maiores teores de Zn foram encontrados nas plantas deficientes de Mg. Isso mostra o antagonismo existente entre esses cátions apesar dos dados não irem de acordo com os encontrados nesse estudo (Malavolta, 2006).

Para acúmulo de Cu os menores valores foram constatados nas plantas dos tratamentos -CaB e -KZn (baixo aporte de matéria seca). Os teores de Fe os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento completo e -K (aporte de matéria seca). Para acúmulo de Mn, os maiores valores foram constatados nas plantas do tratamento -Mg (altos teores encontrados aliados ao aporte de matéria seca).

#### 4. Conclusão

As omissões múltiplas CaB, BZn e MgMn em solução nutritiva resultam em alterações morfológicas, traduzidas em sintomas característicos de deficiência.

Os sintomas de deficiência foram inicialmente, característicos de cada nutriente (com exceção do Zn e Mn), tendo a ausência dos nutrientes na solução, independentemente de estarem isolados ou associados a outro.

A omissões simples e múltiplas afetam os parâmetros de crescimento, produção de matéria seca, teores e acúmulos nutricionais de abóbora italiana cv. *Caserta*.

#### Referências

Almeida, TBF de et al. (2011). Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Biotemas*, Florianópolis, 24(2): 27-36, abr. 2011. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n2p27>

Coelho, VAT et al. (2020). Caracterização de sintomas e crescimento em Abobrinha Italiana (*Cucurbita pepo* L.) sob carência de micronutrientes. *Research, Society and Development*, 9(3), e34932359, 2020(CC BY 4.0). ISSN 2525-3409. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.23591>

Coelho, VAT et al. (2020). Deficiências de macronutrientes em Abobrinha Italiana (*Cucurbita pepo* L.): caracterização de sintomas e crescimento. *Research, Society and Development*, 9(3): e08932269, 2020 (CC BY 4.0). ISSN 2525-3409. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2269>

Fernandes, LA et al. (2005). Nutrição mineral de plantas de maxixe-do-reino. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 40(7): 719-722, July.

Ferreira, DF. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 35(6): 1039-1042, nov./dez. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

- Fontes PCR. (2014). Nutrição mineral de hortaliças: horizontes e desafios para um agrônomo. *Horticultura Brasileira*, 32(1): 247-253. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000300002>
- Hoagland, DR & Arnon, DL. (1950). *The water culture methods for growing plants without soil*. California Agriculture Experiment Station, 1950. 32 p. (Bulletin, 347).
- Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace Elements in Soils and Plants*, fourth ed. CRC Press, Boca Raton, USA. 505p.
- Lorenzi, H & Melo Filho, LE. (2001). *As plantas tropicais de R. Burble Marx*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 488p.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 638p.
- Malavolta, E, Vitti, GC, Oliveira, SA. (1997). *Avaliação do estado nutricional das Plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos. 319p.
- Marschner, H. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. 3.ed London: Elsevier. 643p.
- Moschini, BP et al.(2017). Crescimento e diagnose de deficiências nutricionais em *Physalis peruviana* L. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia-PB, 38(4): 169-176. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i4.30990>.
- Pereira, AS, Shitsuka, DM, Parreira, FJ & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).
- Souza, GA et al. Omissão simples de B e múltiplas com Ca, Fe, Mn e Zn em mamoneira (*Ricinus communis*). *Agrarian*, Dourados, 8(29): 287-295.
- Souza, MF et al. (2002). Tamanho da amostra para peso da massa de frutos, na cultura da

abóbora italiana em estufa plástica. *R. Bras. Agrociência*, 8(2): 123-128, mai-ago.

Veigas, IJM et al. (2013). Composição mineral e sintomas visuais de deficiências de nutrientes em plantas de pimenta-longa (*Piper hispidinervum* C. DC.). *Acta Amaz.*, Manaus, 43(1): 43-50, Mar. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000100006>

Vidigal, SM et al. (2009). Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. *Revista Ceres*, Lavras, 56(1): 112-18.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Viviane Amaral Toledo Coelho – 50%

Carla Giselly de Souza – 15%

Ednardo de Souza Nascimento – 15%

Luiza Gobira Lacerda – 10%

Patrícia Alves Cardoso – 10%