



Caracterização de sintomas visuais, parâmetros de crescimento e desenvolvimento de *Tagetes erecta* sob deficiências nutricionais

Visual symptoms characterization, growth and development parameters of *Tagetes erecta* under nutritional deficiencies

**Livia Cristina Coelho¹, Leo Shiguetto Kawamoto¹, Cleber Lázaro Rodas¹, Guilherme Amaral de Souza¹
Paulo Jorge de Pinho¹, Janice Guedes de Carvalho¹**

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência do Solo. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: liviacoelho_6@hotmail.com

Recebido em: 03/03/2011

Aceito em: 01/06/2011

Resumo. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar os sintomas de deficiências nutricionais e avaliar o florescimento e parâmetros de crescimento de tagetes africano, em solução nutritiva, sob omissão de macro e micronutrientes. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no DCS (UFLA). O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado, com 10 tratamentos representados por: tratamento completo, omissões simples de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe e Mn e quatro repetições. À medida que ocorreram as manifestações dos sintomas visuais de deficiências nutricionais, estas foram fotografadas e anotadas. Ao fim da fase experimental foi avaliada a produção de massa seca de parte aérea e raiz, diâmetro do caule e número de inflorescências. A omissão de nutrientes, em solução de cultivo, causa alterações morfológicas traduzidas em sintomas visuais de deficiências. As omissões de N e P são as que mais limitam o crescimento de plantas de tagetes. Plantas de tagetes sob omissões de N, Ca e B não emitem inflorescências. A ordem das omissões que mais limita a produção de matéria seca da parte aérea para plantas de *Tagetes erecta* é: N>P>K>Fe>Ca>B>Mg>Mn>S.

Palavras-chave. Diagnose visual, floricultura, nutrição mineral de plantas, solução nutritiva, tagetes africano.

Abstract. These work objectives were to characterize the nutritional deficiency symptoms and to evaluate the blossoming and growth parameters of marigold, cultivated in nutrient solution with omission of macro and micronutrients, under greenhouse conditions at DCS (UFLA). It was used a completely randomized experimental design, with ten treatments (complete nutrient solution treatment, nutrient solutions with omission of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe and Mn and four replications. When the nutritional deficiency visual symptoms appeared, these were photographed and described in a note. When the experimental phase ended were evaluated shoot and root dry matters, stem diameter and number of inflorescences. Nutrient omission in culture solution causes morphological alterations translated into deficiency visual symptoms. The Nitrogen and phosphorous omission are the most limited the growth of *Tagetes erecta* plants. Marigold plants do not blossom when they are cultivated under N, Ca and B omission. Ascending order of nutritional omissions limiting *Tagetes erecta* plants shoot dry matter: N>P>K>Fe>Ca>B>Mg>Mn> S.

Keywords. Floriculture, marigold, mineral nutrition of plants, nutritional solution, visual diagnosis.

Introdução

O Brasil apresenta vantagens para se especializar na produção de flores, devido aos microclimas, disponibilidade de áreas, água, energia e mão de obra. Esse conjunto de fatores incide diretamente, na qualidade do produto e favorece custos mais baixos acarretando preços

competitivos com os mercados externos (Loges et al., 2008).

O gênero *Tagetes* engloba algumas das espécies da família Asteraceae, originárias do México e introduzidas no Brasil há muitos anos. A espécie *Tagetes erecta* apresenta inflorescências de cores atrativas, em forma de capítulo, que podem ser combinadas de várias maneiras o que a



torna uma planta muito apreciada para ornamentação de jardins com rápidas substituições da composição florística. É popularmente conhecida como cravo de defunto ou Marigold. Existe grande interesse ornamental, no entanto, pouco se tem estudado sobre essa espécie. (Lorenzi & Souza, 2001; Soule & Janick, 1996; Kissmann & Groth, 1992). É cultivada em muitas áreas com a produção voltada para o “dia dos mortos”. É uma festividade essencialmente mexicana, que se celebra também em alguns países da América Central, Estados Unidos e Brasil. Aqui a data é conhecida como “dia de finados”.

O mercado atual dos pigmentos de *Tagetes erecta* mundialmente demanda produtos orientados à alimentação de animais (aves, peixes, crustáceos), consumo humano e produtos que além de ter capacidade nutricional, provocam algum efeito benéfico à saúde humana (anticancerígeno e antioxidante), o que assegura a permanência da espécie no mercado mundial por muito tempo. Atualmente, os empresários chineses lideram a produção dos pigmentos dessa espécie (Sreecala & Raghava, 2003; Torres, 2011).

Para a floricultura nacional, a inserção de novas espécies pode colaborar com o seu desenvolvimento, ampliando a oferta dos produtos disponíveis, atendendo às necessidades do mercado, desenvolvendo competitividade e estimulando a comercialização, tanto para o mercado interno como para exportação (Pinto & Graziano, 2003).

O desenvolvimento de programas de adubação para culturas agrícolas deve ser precedido pelo conhecimento das consequências de deficiências minerais sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O conhecimento de sintomas visuais de deficiência nutricional também é útil para decidir sobre a necessidade de realizar fertilizações (Silva et al., 2009). Embora a literatura sobre floricultura seja vasta, a parte referente à nutrição mineral das espécies ainda deixa lacunas quanto às exigências nutricionais e à identificação de problemas na produção e na qualidade dos produtos, decorrentes de estresses nutricionais (Furlani & Castro, 2001).

Com base no exposto, o objetivo foi caracterizar os sintomas de deficiências nutricionais e avaliar os parâmetros de crescimento e florescimento de tagetes africano,

em solução nutritiva, sob omissão de macro e micronutrientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. As sementes foram semeadas em bandejas de isopor com 72 células individualizadas, em substrato comercial Plantmax[®]. As plantas permaneceram nesse substrato por 44 dias após a semeadura. Após esse período foram transferidas para uma bandeja plástica contendo 40 L de solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) completa e foram mantidas sob aeração constante, nas concentrações de 25, 50 e 100 % da sua força iônica, as quais ficaram um período de 15 dias em cada concentração.

Posteriormente ao período de adaptação, as plantas foram individualizadas em recipientes plásticos com capacidade de três litros, mantidas sob aeração constante. Foram utilizadas placas de isopor de dois centímetros de espessura (comprimento x largura) como suporte para as plantas. As soluções foram trocadas quinzenalmente durante o período experimental.

O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado composto por dez tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos representados por: tratamento completo (Hoagland & Arnon, 1950), omissões simples de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe e Mn. A parcela experimental foi composta por uma planta por vaso.

Para o preparo de todas as soluções-estoque dos nutrientes empregaram-se reagentes para análise (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 com água deionizada, sempre que necessário.

À medida que ocorriam as manifestações dos sintomas visuais, todas as alterações nas plantas foram fotografadas e descritas. Ao final da fase experimental, as plantas foram avaliadas quanto à altura e diâmetro do caule e contadas às inflorescências. Posteriormente, as plantas foram colhidas e separadas em parte aéreas e raízes.

As diferentes partes foram lavadas em água corrente e em água destilada. Posteriormente, foram secas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 a 70°

C até apresentarem peso constante e pesadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando verificadas diferenças significativas entre as médias, essas foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Para a realização dos testes estatísticos foi utilizado o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2003).

Resultados e Discussão

Pode-se observar que o efeito da omissão dos nutrientes no desenvolvimento das plantas de tagetes causou alterações morfológicas traduzidas em sintomas visuais de deficiências, variações da produção de matéria seca, em função das partes da planta e alterações no diâmetro do caule e no número de inflorescências. Conforme análise estatística verificou-se, ainda, que houve diferenças entre os tratamentos.

Diagnose Visual

Deficiência de N

As plantas sob omissão de N, inicialmente, apresentaram porte reduzido e clorose generalizada, mais acentuada em folhas mais velhas (Figura 1).



Figura 1. Folha Tratamento completo (esq.) e -N (dir.).

A clorose generalizada (Malavolta, 2006; Epstein & Bloom, 2004; Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 1987) e hábito estiolado (Epstein & Bloom, 2004; Mengel & Kirkby, 1987) são os sintomas mais característicos da

deficiência de N. Dos nutrientes, o N é o único que as plantas podem translocar e redistribuir imediatamente (Bergmann, 1992). Dessa forma, Epstein & Bloom (2004) explicam que, as folhas mais velhas são as primeiras a se tornarem afetadas, devido à redistribuição, e as folhas mais novas continuam a crescer ativamente.

Folhas menores e o hábito estiolado também foram observados. Com o avanço dos sintomas, verificaram-se pontuações necróticas no caule das mesmas. Esse resultado concorda com os encontrados por Brito et al. (2005) em plantas de bastão do imperador.

As raízes, mesmo apresentando maior comprimento, aparentemente, apresentaram volume menor, em relação ao tratamento completo.

Durante o período experimental, as plantas sob omissão de N não emitiram inflorescências. Sintomas semelhantes foram observados por Arbos (1992) em plantas de crisântemo. Malavolta (2006) ainda observa que o N é o maior responsável pela produção de gemas vegetativas e floríferas. A quantidade relativa de N nas plantas está relacionada com a quantidade de proteínas e carboidratos estocados e também com o tipo e a qualidade de crescimento e de florescimento (Marschner, 1995).

Deficiência de P

Quando se omitiu P, as plantas de tagetes, apresentaram crescimento retardado, quando comparadas às do tratamento completo.

Após 34 dias de estabelecimento dos tratamentos, foram observadas necroses nas margens das folhas novas e bronzeamento no limbo dessas. Além disso, as plantas, aparentemente, apresentaram folhas novas menores em comprimento e largura, e essas foram lançadas com deformações. Os sintomas de deficiência de P não são tão marcantes como de outros nutrientes, e seus efeitos mais evidentes estão relacionados a redução do crescimento. Coloração verde escura das folhas, as quais podem encontrar-se mal formadas e conter pequenas manchas necróticas também são sintomas característicos de deficiência desse elemento (Epstein & Bloom, 2004; Taiz & Zeiger, 2004; Araújo & Machado, 2006).

As flores desse tratamento apresentaram coloração menos intensa quando comparadas ao tratamento completo (Figura 2).

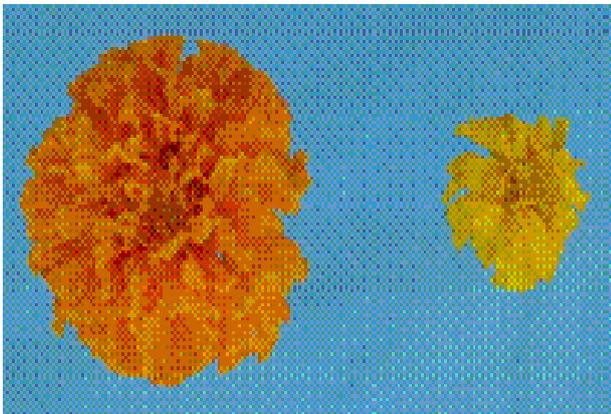


Figura 2. Flores do tratamento completo (esq.) e -P (dir.).

A participação do P na formação da colheita está relacionada com vários fatores como aumento do perfilhamento, influência na floração, regulação da maturação, maior viabilidade de sementes e quando deficiente causa menor vegetação, produção, qualidade e senescência precoce (Malavolta, 2006).

As raízes de plantas de tagetes sob omissão de P apresentaram coloração escura e menor densidade quando comparado ao tratamento completo. Borges & Oliveira (2000), mencionam que o P favorece o crescimento radicular e, em solos com baixos teores, contudo as plantas de *Tagetes erecta* apresentam raízes pouco desenvolvidas.

Deficiência de K

Os sintomas visuais de deficiência de K foram caracterizados inicialmente por crescimento retardado das plantas, quando comparadas às do tratamento completo. Sintomas semelhantes foram descritos por Naiff (2007) em plantas de alpinia. Segundo Mengel & Kirkby (1987), a deficiência de K não apresenta sintomas visíveis imediatos, causando primeiramente redução do crescimento e somente mais tarde ocorrem cloroses e necroses.

As folhas novas foram lançadas com leve clorose nas margens. Nas folhas velhas foi observada uma leve clorose que se concentrava nas margens dos folíolos. Os sintomas aparecem, inicialmente, nas folhas mais velhas, devido à mobilidade do potássio para as folhas mais jovens (Taiz & Zeiger, 2004).

Com o aumento da intensidade dos sintomas as folhas se curvaram o que deu à planta aspecto de murcha (Figura 3).



Figura 3. Aspecto da folha sob tratamento -K.

As margens do limbo escureceram e surgiram manchas necróticas. Sob condições severas de deficiência, ocorrem cloroses, seguidas de necroses nas folhas mais velhas iniciando-se em suas margens e extremidades. Os sintomas aparecem, inicialmente, nas folhas mais velhas, devido à mobilidade desse nutriente nas plantas (Taiz & Zeiger, 2004).

As plantas não emitiram inflorescências completas, sendo observada apenas a formação do pedúnculo.

Da mesma forma que para a parte aérea, o crescimento do sistema radicular foi bastante afetado pela omissão de K e teve sua densidade reduzida quando comparada ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram descritos por Pinho (2007) para plantas de bananeira ornamental, Almeida (2007) para plantas e copo de leite e Frazão et al. (2010) para plantas de bastão do imperador.

Deficiência de Ca

As plantas de tagetes cultivadas sob omissão de Ca, inicialmente, apresentaram crescimento retardado. Esse resultado se assemelha aos encontrados por Souza (2009) em plantas de mamoneira cultivada sob omissão simples e múltipla de nutrientes.

Os sintomas visuais de deficiência de Ca foram caracterizados como clorose nas margens e entre as nervuras das folhas jovens. Com o avanço da deficiência a clorose progrediu para manchas

necróticas localizadas nas margens dessas folhas (Figura 4).

Posteriormente, verificou-se a morte da gema apical e o rachamento nos pecíolos o que deu à planta um aspecto de murchas e acelerou a senescência das mesmas. Os sintomas 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 (Epstein & Bloom, 2004).

As raízes apresentaram necroses dos ápices, o que as deixou com aspecto de mais grossas, quando comparadas ao tratamento completo e volume visivelmente reduzido. A carência de Ca afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz, causando o aparecimento de núcleos poliplóides, células binucleadas, núcleos constrictos e divisões amitóticas causando seu escurecimento e posterior morte da raiz, levando a paralisação do crescimento (Malavolta et al., 1997). As plantas deste tratamento não emitiram inflorescências. Arbos (1992) ao trabalhar com plantas de crisântemo observou sintomas semelhantes para a deficiência desse nutriente.



Figura 4. Folhas do tratamento -Ca à esquerda folha mais velha à direita folha nova

Deficiência de Mg

Os efeitos da ausência de Mg em solução nutritiva, inicialmente foram observadas nas folhas velhas que apresentaram as margens cloróticas, e que se voltavam para baixo. Com o avanço dos sintomas, as áreas cloróticas internervais das folhas velhas se tornaram mais intensas e com aparecimento de necroses pontuais nas margens do limbo. A ocorrência da clorose em folhas mais velhas é justificada pelo fato do Mg ser rapidamente translocado das regiões maduras para as mais jovens da planta. Como

resultado, os sintomas visuais de deficiência surgem primeiro nas folhas mais velhas (Epstein & Bloom, 2004).

As folhas novas apresentaram clorose com folíolos mais estreitos e também encurvados para baixo. Os folíolos recém lançados eram mal formados. Sintomas semelhantes foram descritos por Bergmann (1992) em plantas de crisântemo.

As inflorescências desse tratamento, aparentemente, apresentaram coloração menos intensa e diâmetro menor quando comparadas às do tratamento completo. Suas pétalas eram mais compactas e o sistema reprodutor se apresentou mal formado (Figura 5).

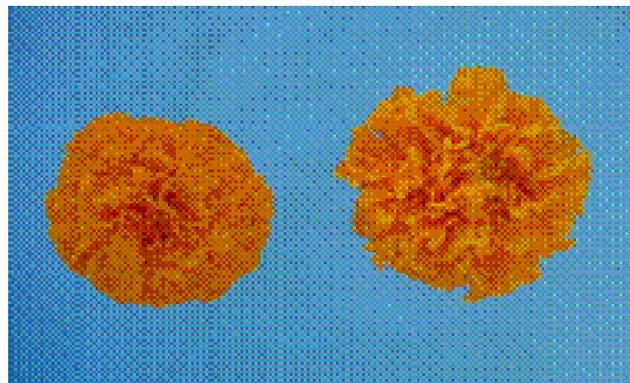


Figura 5. Pétalas mais compactas e má formação do sistema reprodutivo do tratamento -Mg (esq.) e completo (dir.).

Deficiência de S

Sob deficiência de S observou-se nas folhas novas clorose generalizada que as tornou verde-claro. Devido a pouca mobilidade do S na planta, os sintomas visuais de deficiência se manifestam nas folhas novas (Marschner, 1995).

Além disso, verificou-se redução e estreitamento, além de quando comparadas ao tratamento completo. Resultados semelhantes aos encontrados por Naiff (2007) em plantas de alpínia. Assim como ocorreu para as folhas, o caule das plantas desse tratamento se apresentou coloração mais clara. Os ramos laterais emitidos aparentemente eram maiores quando comparados aos de plantas do tratamento completo. Sob deficiência de S, a taxa de crescimento é reduzida e, geralmente, o crescimento da parte aérea é mais afetado que o crescimento das raízes (Marschner, 1995; Bergmann, 1992; Mengel & Kirkby, 1987).

No sistema radicular, aparentemente, não foram observadas diferenças em relação ao tratamento completo.

As inflorescências aparentemente eram maiores que às do tratamento completo. Suas pétalas eram claramente mais compactas e seu aspecto geral mais vistoso, porém, o sistema reprodutivo não foi formado.

Deficiência de B

Sob omissão de B inicialmente as plantas apresentaram redução no crescimento. Segundo Mengel & Kirkby (1987), a deficiência de B surge, primeiramente, com um crescimento anormal ou retardado de pontos em crescimento. Devido à sua relativa imobilidade nos tecidos, a sua deficiência tem como característica comum os distúrbios do crescimento dos tecidos meristemáticos.

As folhas velhas apresentaram-se com aspecto coriáceo e as mais novas apresentaram clorose internerval, evoluindo das margens para o centro do folíolo, quando comparadas ao tratamento completo. Trabalhando com girassol, Deperon Junior et al. (2007) encontraram sintomas foliares semelhantes. Contudo, Malavolta (2006) relata que os sintomas característicos da deficiência de B são folhas novas pequenas ou mal formadas, grossas, endurecidas e quebradiças, com coloração bronzeada, evoluindo para necrose.

Com o avanço dos sintomas, os folíolos tornaram-se pálidos, porém exibindo uma faixa de tecido não clorótico próximo às nervuras (Figura 6).



Figura 6. Folhas do tratamento -B à esquerda folha mais velha à direita folha nova.

Posteriormente, o pecíolo rachou no sentido da base para a ponta das folhas e ocorreu a morte dos pontos vegetativos.

Quando se comparou o sistema radicular das plantas de tagetes sob omissão de B ao tratamento completo, esse se apresentou menos denso, escurecido e com necroses nos ápices. Furlani et al. (2001) descrevem que deformações e necroses desta natureza podem ser decorrentes da ação de radicais que são acumulados sob condições de deficiência de B, que danificam as membranas que são de natureza lipídica. Além disso, Marschner (1995), a deficiência de B impede o alongamento de raízes, tornando-as mais grossas e curtas.

Sob omissão de B não houve emissão de inflorescências. O B também desempenha papel importante no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo de nitrogênio e na atividade de hormônios (Dechen & Nachtigall, 2006). É clássico o efeito na germinação do pólen ou no florescimento e frutificação (Malavolta, 2006), o que explica o não florescimento das plantas de tagetes sob omissão de B.

Deficiência de Fe

A carência de Fe causou redução no crescimento das plantas de tagetes quando comparadas ao tratamento completo.

Nas folhas novas, foi verificada uma rede fina das nervuras sobre um fundo amarelo-claro. Segundo Malavolta et al. (1997), a clorose ocorre, provavelmente, devido à baixa produção de clorofila. Com o avanço dos sintomas, as folhas tornaram-se totalmente cloróticas, e, em seguida, necróticas. Segundo Taiz & Zeiger (2004), a clorose das folhas mais jovens é explicada pelo o fato que o Fe não pode ser prontamente mobilizado das folhas mais velhas.

O sistema radicular mostrou-se com tonalidade amarela ferruginosa e a ausência de raízes secundárias resultou em sistema radicular grosso e quebradiço quando comparado ao tratamento controle. De acordo com Romheld & Marschner (1981), a deficiência de Fe está associada a inibição da elongação radicular, aumentos do diâmetro das zonas apicais das raízes, formação abundante de raízes laterais e cor amarelada devido ao acúmulo de riboflavina, sendo essa uma estratégia para translocar Fe das raízes para a parte aérea.



Figura 7. Aspecto geral das plantas do tratamento -Fe.

As plantas sob deficiência de Fe não floresceram durante o período experimental.

Deficiência de Mn

Plantas de *Tagetes erecta* sob omissão de Mn inicialmente apresentaram desenvolvimento normal. Os sintomas de deficiência foram caracterizados como leve clorose internerval nas folhas médias do ramo principal. Além disso, aparentemente essas folhas atingiram tamanhos superiores às do tratamento completo. Epstein & Bloom (2004) e Bergmann (1992) descrevem que os sintomas de deficiência de Mn variam grandemente de uma espécie para outra, tal fato ocorre devido à variedade de processos metabólicos envolvendo o Mn, é difícil definir as relações entre deficiência, efeitos fisiológicos e

sintomas. Entretanto, assume-se que a clorose associada à deficiência desse nutriente é uma consequência de deficiência de energia. A diminuição da síntese e aceleradas quebras de proteínas e clorofila levam ao acúmulo de compostos nitrogenados de baixo peso molecular que culminam, finalmente, em necroses. Desse modo, as folhas frequentemente apresentam clorose entre as nervuras, produzindo desenho verde em um fundo amarelo ou verde-claro. A clorose internerval das folhas novas inicialmente é consequência da mobilidade geralmente baixa do Mn, que ocorre pela diminuição na atividade de dismutase de superóxido, o que deixa cloroplastos sem proteção contra os radicais livres (Campbell & Nable, 1988).

As raízes das plantas cultivadas em solução nutritiva sob omissão de Mn ficaram escuras e a ausência de raízes secundárias resultou em um sistema radicular grosso e quebradiço.

As inflorescências desse tratamento apresentavam menor número de pétalas que as do tratamento completo.

Produção de matéria seca, diâmetro do caule e número de inflorescências

Os resultados referentes à matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), diâmetro de caule (DC) e número de inflorescências (NI) de plantas de tagetes cultivadas sob omissão de nutrientes são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), diâmetro do caule (DC) e número de inflorescências (NI) de plantas de tagetes cultivadas sob omissão de nutrientes.

Tratamento	MSPA (g)	MSR (g)	DC (cm)	NI
Completo	38,40 b	5,31 b	1,12 a	14,00 a
-N	2,31 h	1,08 g	0,50 d	NF*
-P	3,27 h	1,18 g	0,48 d	1,00 d
-K	7,07 g	0,87 h	0,55 d	NF*
-Ca	14,02 e	1,14 g	0,65 c	NF*
-Mg	23,74 d	3,41 e	1,00 b	9,33 b
-S	46,50 a	7,35 a	1,16 a	15,00 a
-B	22,04 d	3,80 d	1,06 b	NF*
-Fe	10,49 f	2,01 f	0,75 c	9,00 b
-Mn	35,25 c	4,51 c	1,01 b	12,00 a
CV (%)	6,35	4,31	7,63	27,90

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. NF* - não floresceu.



Produção de matéria seca da parte aérea

Para MSPA, as maiores valores foram encontradas no tratamento sob omissão de S que se apresentou 21,1 % superior ao tratamento completo. Esse resultado é semelhante aos encontrados por Santi et al. (2006) para plantas de sorgo sob omissão de macronutrientes e os encontrados por Alves et al. (2008) para beterraba, onde o tratamento -S foi o que menos limitou esse parâmetro. Contudo, divergem dos encontrados em literatura que relata que a carência é caracterizada por uma baixa taxa de crescimento, tornando as plantas pequenas com aspecto estiolado (Mengel & Kirkby, 1987).

Sob a omissão de S as plantas de tagetes tiveram maior aporte de matéria seca, diâmetro do caule e número de inflorescências em relação ao tratamento completo. Esse resultado pode ser explicado pela absorção do S do ar pelas folhas, na forma de SO₂, ainda que de forma pouco eficiente, o que pode ter atenuado as características sintomáticas da deficiência de S nesse trabalho. As plantas de tagetes também podem ter obtido reservas de S, durante a fase de adaptação, suficiente para o desenvolvimento vegetativo.

Nos demais foram observadas queda MSPA, sendo os tratamentos mais limitantes os sob omissões de N e P. Nesses tratamentos ocorreram reduções de 94% e de 91,5%, respectivamente, quando comparadas ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram encontrados por Frazão et al. (2010) ao trabalharem com plantas de bastão do imperador em solução nutritiva sob omissão de nutrientes. Esses autores verificaram que os tratamentos onde se omitiram B, K, P, N e S apresentaram as menores produções de matéria seca de folhas, hastes e rizomas. Para MSPA de plantas de bananeira ornamental, Pinho (2007) verificou que os tratamentos que mais limitaram esse parâmetro foram K, B e P. Segundo Malavolta (2006), o N participa nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses em geral, multiplicação e diferenciação celular, o que explica a menor produção de matéria seca no tratamento sob a ausência desse elemento.

Produção de matéria seca de raiz

Assim como aconteceu para produção de MSPA, o tratamento sob a omissão de S foi o que apresentou a maior produção MSR, sendo 38,4%

superior ao tratamento completo. Bergmann (1992) relata que sob carência de S o crescimento da parte aérea das plantas é mais severamente afetado que o crescimento de raízes, contudo esse fato não foi observado para plantas de tagetes.

O tratamento sob omissão de K apresentou redução de 83,62 % na produção de matéria seca de raiz, quando comparado ao tratamento completo. Tal fato ocorre, provavelmente, porque o K é o grande construtor da qualidade e a sua deficiência afeta significativamente a produção das plantas (Joiner, 1983) e. Sendo assim, esse resultado é semelhante aos encontrados por Frazão et al. (2010), em um estudo com plantas de bastão do imperador, observaram os menores valores de MSR para os tratamentos onde se omitiram P, K e B. Pinho (2007), para plantas de bananeira ornamental, verificou como mais limitantes os tratamentos sob omissão de N, K e B.

Diâmetro de caule

Quando se avaliou o DC, de plantas de tagetes, verificou-se que as maiores médias foram encontradas nos tratamentos sob omissão de S e completo. Nesses tratamentos não foram encontradas diferenças e o primeiro foi 3,6 % superior ao segundo. Esse resultado concorda, em parte, com os encontrados por Prado & Vidal (2008), que verificaram em plantas de milho os maiores DC nos tratamentos completo sendo seguido pelo tratamento onde se omitiu S. Os menores valores de DC foram observados nos tratamentos sob omissões de K, N e P que apresentaram redução de, respectivamente, 50,89 %, 55,36 % e 57,14 % em relação ao tratamento completo.

Número de inflorescências

Com exceção dos tratamentos -S, completo e -Mn, que não apresentaram diferenças, os demais apresentaram reduções no número de inflorescências. Além disso, os tratamentos -N, -K, -Ca e -B não emitiram inflorescências durante o período experimental. Esse resultado concorda em parte com os encontrados por Pinho (2007) em plantas de bananeira ornamental onde os tratamentos -N, -K e -B não floresceram.



Conclusões

A omissão de nutrientes em solução nutritiva causa alterações morfológicas traduzidas em sintomas visuais de deficiências.

As omissões de N e P são as que mais limitam o crescimento de plantas de tagetes.

Sob as omissões de N, K, Ca e B, plantas de tagetes não emitiram inflorescências.

A ordem de limitação de produção de matéria seca de parte aérea para plantas de *Tagetes erecta* é: N>P>K>Fe>Ca>B>Mg>Mn>S.

Referências

ALMEIDA, E.F.A. **Nutrição mineral em plantas de copo-de-leite: deficiência de nutrientes e adubação silicatada.** 2007. 109p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2007.

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A. R.O; FONSECA, I.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, abr.-jun. 2008.

ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S.(Ed.). **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, MG: SBCS, p.253-280. 2006.

ARBOS, A.M. **El Crisantemo.** Agroguías mundi-prensa, 170 p. 1992.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants.** New York: Gustav Fischer, 1992. 741 p.

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Org.). **Banana. Produção:** aspectos técnicos. Brasília: EMBRAPA, p. 47-59. 2000.

BRITO, J.S.A.; FRAZÃO, D.A.C.; VIÉGAS, I.J.M.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; RODRIGUES, E.S.F.; SOUSA, G.O.; VASCONCELOS, R.D. Efeito da omissão de macronutrientes na sintomatologia em plantas do bastão do imperador (*Etlíngera elatior*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45 CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15 CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE

PLANTAS, 2. 2005, Fortaleza, CE- **Anais...** Fortaleza, 2005. CD ROOM.

CAMPBELL, L.C.; NABLE, R.O. Physiological functions of manganese in plants. In: **Manganese in Soils and Plants.** R.D. Graham, R.J.Hannam; N.C. Uren, eds. Kluwer Academic Publ. Dordrecht, p.139-154, 344 p. 1988.

DECHEN, R.A.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.327-354. 2006.

DEPERON JUNIOR, M.A.; FRAGA, A.C.; CARVALHO, J.G.; CASTRO NETO, P.; QUINTILIANO, A.A.; BARBOSA, E.A.A. Sintomas visuais de deficiência de boro em girassol (*Helianthus annuus* L.). In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 4, Varginha, 2007. **Anais...** Varginha, 2007. 1 Cd Room.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Mineral nutrition of plants.** Sunderland: Sinauer Associates, 392 p. 2004.

FERREIRA, D.F. SISVAR software: versão 4.6. Lavras: UFLA/DEX. **Software**, 2003.

FRAZÃO, J.E.M.; CARVALHO, J.G.; PINHO, P.J.; OLIVEIRA, N.P.; COELHO, V.A.T.; MELO, S. C. Deficiência nutricional em bastão do imperador (*Etlíngera elatior* (Jack) R. M. Smith): efeito na produção de matéria seca e índices biométricos. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v. 34, n. 2, p. 294-299, mar./abr., 2010.

FURLANI, A.M.C.; CASTRO, C.E.F. Plantas ornamentais e flores. In: FERREIRA et al. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p.533-552, 2001.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants whiout soil.** Berkeley, California Agriculture Experiment Station. 1950. 32 p. (Bulletin, 347).



- JOINER, J.N. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Horticultural Reviews**, n.5, p.366-403, 1983.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Ludwigshaven: BASF. v.2. p.355-356, 1992.
- LOGES, V.; CASTRO, A.C.; GUIMARÃES, W.N.R.; COSTA, A.S. TEIXEIRA, M.C.F.T. Caracterização de hastes de flores tropicais da emissão até a colheita. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas/ SP, v. 14, n.1, p. 91-97, 2008.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil: Arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1088 p. 2001.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638 p. 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319 p. 1997.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. NY; Academic Press, 1995. 889 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 687 p. 1987.
- NAIFF, A.P.M. **Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King**. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 77 p. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 2007.
- PINHO, P.J. **Deficiências nutricionais em bananeira ornamental (*Musa velutina* H. Wendl. & Drude): alterações químicas e morfológicas e caracterização de sintomas visuais**. Lavras: UFLA, 2007. 147 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). 2007.
- PINTO, A.C.; GRAZIANO, T.T. Potencial ornamental de *Curcuma*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.9, n.2, p.99-109, 2003.
- PRADO, R.M.; VIDAL, A.A.; Efeitos da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e a nutrição do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 208-214, jul./set. 2008.
- ROMHELD, V.; MARSCHNER, H. Iron deficiency stress induced morphological and physiological changes in root tips of sunflower. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 53, n. 4, p. 354-360, June 1981.
- SANTI, A.; CAMARGOS, S.L.; PEREIRA, W.L.M.; SCARAMUZZA, J.F. Deficiências de macronutrientes em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 228-233, mar./abr., 2006.
- SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R.; RESENDE JUNIOR, P.S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 392-397, 2009.
- SOULE, J.A.; JANICK, J. **Novel annual and perennial Tagetes**. Progress in new crops: Proceedings of the Third National Symposium Indiana: USA, 22-25, p.546-551, 1996.
- SOUZA, G.A. **Caracterização de sintomas e alterações químicas em mamoneira (*Ricinus communis* L.) cv. Guarani sob omissão simples e múltiplas de nutrientes**. Lavras: UFLA, 2009, 100p. Dissertação (Mestrado em Fertilidade e Nutrição Mineral de Plantas).
- SREECALA, C., RAGHAVA, S.P.S.; Exploitation of carotenoid in African marigold (*Tagetes erecta* L.) and its correlation with esterase polymorphism. **Theoretical and Applied Genetics**. 106:771-776, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TORRES, S. Marigold o cempasúchil, la flor maravilla: Escasea en el mundo. **Indústria Avícola**, v. 68, n. 5, p. 12-14, 2011.