

NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS XII.
DEFICIÊNCIAS DE N, P, Ca, Mg, S E B EM
CRISÂNTEMO (*Chrysanthemum morifolium* CV
GOLDEN POLARIS)*

Ana Maria Liner Pereira Lima**
Henrique Paulo Haag***

RESUMO

Com o objetivo de determinar:

Os sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro, de modo a relacioná-los com a composição química da planta;

Foi conduzido um experimento em casa-de-vegetação com plantas de crisântemo cultivadas em substrato de sílica e irrigadas com soluções nutritivas, submetidas aos tratamentos: completo, omissão e ni

* Parte da dissertação apresentada pela primeira autora à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. Entregue para publicação em 03/08/87.

** Departamento de Agricultura e Horticultura da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

*** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba, SP.

trogênio (-N), omissão de fósforo (-P), omissão de potássio (-K), omissão de cálcio (-Ca), omissão de magnésio (-Mg), omissão de enxofre (-S) e omissão de boro (-B). O desenvolvimento dos sintomas foi acompanhado e, ao final do ciclo, as plantas foram colhidas e separadas em folhas novas, folhas velhas, hastes e inflorescências para serem analisadas quanto a concentração dos nutrientes. Os autores concluíram que:

A sintomatologia de carência de nutrientes aparece, em sequência, para os elementos N, B, S, K, Ca, P e Mg, sendo mais pronunciada nos tratamentos -N, -K, -B e -Ca.

Os níveis de nutrientes nas folhas de plantas saudias, expressos em função da matéria seca, estão na faixa de: N-1,02%-2,25%; P-0,08%-0,13%; K-2,79%-2,87%; Ca-1,18%-1,68%; Mg-0,70%-0,93%; S- 0,93%-0,13% e B-56,5 ppm-67,25 ppm.

Os níveis de nutrientes nas folhas de plantas com sintomas de carência, expressos na matéria seca, são: N-0,73%; P-0,03%; K-0,42%; Ca-0,46%; Mg-0,48%; S-0,10% e B-33 ppm.

INTRODUÇÃO

Ornamental cultivada em todo o mundo pela beleza de suas inflorescências, o crisântemo ocupa lugar de destaque na comercialização de flores de corte no Brasil

(CEAGESP, 1986). Rico em diversidade de cores, tamanhos, formatos e adaptação ao cultivo, nas mais distintas regiões, a espécie apresenta, entretanto, ainda, poucos estudos referentes à sua adequada nutrição. Diversos autores identificaram sintomas de desnutrição em cultivares de crisântemo entre os quais MESSING & OWEN (1954), na Inglaterra, descreveram os sintomas de carência de nitrogênio que se caracterizava por uma perda na coloração das folhas mais velhas além de uma paralização no crescimento das mais novas. GILLY (1977), na França, verificou uma redução no número de inflorescências e a formação assimétrica das mesmas. MESSING & OWEN (1954), observaram uma redução no crescimento e as folhas jovens, apesar de pequenas, colocaram-se de maneira a formar um ângulo agudo em relação ao eixo principal da planta; posteriormente a planta toda adquiria uma coloração verde-escura; em fases mais adiantadas, as folhas velhas tornam-se amareladas, em seguida, acastanhadas e, finalmente secavam sendo atribuído tais sintomas à carência de fósforo.

Sintomas idênticos foram descritos por WOLTZ & WATERS (1961) e PENNINGSFELD (1972). No Brasil, FERNANDES *et alii* (1975) verificaram que a deficiência de fósforo no cultivar Suzuki manifestava-se primeiramente, nas folhas mais velhas que adquiriam coloração clorótica a partir das margens para o centro do limbo; entretanto, as folhas superiores e as brotações laterais apresentam coloração verde-escura.

Sintomas de deficiência de potássio foram descritos, entre outros, por HILL *et alii* (1934), MESSING & OWEN (1954); JOINER & SMITH (1962), LUNT *et alii* (1963) FERNANDES *et alii* (1975) e ROORSA VAN EYSINGA & SMILDE (1980) e consistiam basicamente, em uma clorose marginal das folhas intermediárias, seguida por um crescimento lento e tamanho reduzido de folhas; as flores também apresentavam menor tamanho e, em alguns casos as plantas tendiam a antecipar o florescimento. Deficiên-

cia de cálcio foi descrita por diversos autores, entre os quais, MESSING & OWEN (1954), WOLTZ (1959) e ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980) como sendo uma clorose aguda nas folhas marrons nas margens das folhas. Após curto período, toda a borda da folha fica bronzeada, ocorrendo um enrolamento das folhas para baixo.

Sintomas de carência de magnésio foram descritas por MESSING & OWEN (1954) que observaram que o crescimento é afetado de maneira diferente em função da idade que as plantas possuem quando o elemento se faz deficiente. Em plantas já desenvolvidas, o crescimento é menos afetado pela falta do elemento do que em plantas novas. Estas, além de manifestarem os sintomas da deficiência dentro de um curto período de tempo, ainda apresentam os internódios encurtados e não produzem inflorescência.

Os autores verificaram que os sintomas de omissão de magnésio viriam a manifestar-se através de três maneiras distintas:

Uma clorose internerval de tonalidade vermelho-azulado nas folhas velhas e medianas;

Perda geral da cor na folhagem com posterior amarelamento das folhas mais velhas;

As folhas velhas perdem a coloração e, em algumas delas, aparecem áreas avermelhadas.

Sintomas idênticos foram descritos por GORTZ (1968), BRANSON *et alii* (1968) e FERNANDES *et alii* (1975).

Sintomas de deficiência de enxofre foram descritos por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980) e FERNANDES *et alii* (1975). Foi observado que os sintomas de ausência do nutriente caracterizam-se pelo retardamento do crescimento, além da redução do tamanho das folhas que acabam por adquirir uma coloração verde amarelada; algumas vezes pode ocorrer da nervura tornar-se mais clara que os tecidos da folha ao seu redor.

Um dos primeiros trabalhos de pesquisa sobre os sintomas de deficiência nutricional de boro foi desenvolvido por MESSING & OWEN (1954) na Inglaterra. Os autores verificaram que as primeiras consequências manifestaram-se três a quatro semanas após a omissão do micronutriente e surgia nas folhas mais novas, que se tornavam cloróticas. Os demais efeitos caracterizavam-se pela posição ereta adquirida pelas folhas, por internódios extremamente curtos e por folhas novas muito pequenas, coriáceas e quebradiças. Sintomas similares foram descritos por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980).

A utilização de níveis analíticos, deverá ser benéfica na condução da cultura quando não haja sintoma visível de deficiência do elemento ou quando se deseje confirmar a causa de um suspeito de deficiência nutricional; entretanto, em consulta à literatura, nota-se uma variação muito grande entre os valores do nível analítico melhor adequado, determinados por alguns pesquisadores (WOLTZ, 1956; JOINER & SMITH, 1962; FERNANDES et alii; 1975 e GILLY, 1977). Outro fator que contribui para a variabilidade entre os valores citados na literatura refere-se a exigência diferencial entre os diversos cultivos pesquisados.

O presente trabalho tem por objetivo, determinar:

O quadro sintomatológico das deficiências de macronutrientes e de boro.

A concentração dos macronutrientes e de boro na planta na presença e omissão destes nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de crisântemo com, aproximadamente, dez

centímetros de altura, tiveram suas raízes lavadas em água destilada para eliminar quaisquer resíduos do substrato de enraizamento, sendo, em seguida, plantadas em número de três, em vasos com capacidade de sete litros, contendo sílica moída.

As plantas foram irrigadas, até o início do tratamento, com solução nutritiva completa (SARRUGE, 1975) pela manhã, e com água destilada durante o período mais quente do dia e à tarde. Decorridos dois dias do plantio. Foram submetidas à iluminação artificial com uma lâmpada de cem watts para cada quatro metros quadrados de vasos, no período das 17 às 21 horas, diariamente.

Após vinte e dois dias, efetuou-se o desbaste das mudas, de modo a deixar duas plantas em cada vaso.

Os tratamentos empregados até o final do ciclo foram: omissão de nitrogênio, omissão de fósforo, omissão de potássio, omissão de cálcio, omissão de magnésio, omissão de enxofre, omissão de boro e solução completa, de acordo com SARRUGE (1975).

Aos quarenta dias a iluminação foi suspensa e, aos setenta, as plantas tiveram o fotoperíodo reduzido para dez horas diárias.

Para propiciar o escurecimento necessário a induzir a produção de flores, sobre as plantas, estendeu-se, diariamente, até o centésimo décimo dia, quarenta metros quadrados de polietileno preto, das 17:00 às 7:00 horas. Dez dias após a redução do fotoperíodo, quando os botões já se faziam evidentes, o botão central das inflorescências foi eliminado, de maneira a favorecer o crescimento dos demais.

O desenvolvimento das plantas foi acompanhado e todas as anormalidades anotadas até a coleta das plantas, por volta do centésimo trigésimo sétimo dia (vigésima semana), quando o material foi lavado e separado em folhas novas, folhas velhas, hastes e inflorescências.

Após a secagem em estufa, determinou-se o peso da matéria seca e, segundo as recomendações descritas em SARRUGE & HAAG (1974), procedeu-se às análises das amostras dos tratamentos onde, com exceção do tratamento completo, foi analisado apenas o elemento em omissão nos demais correspondentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Matéria Seca

Os resultados referentes à produção de matéria seca como indicadora do crescimento entre os diversos tratamentos, são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

A análise de variância da produção de matéria seca pelos ramos, folhas novas, folhas velhas e inflorescências das plantas, desenvolvidas nas diferentes soluções nutritivas, após vinte semanas de cultivo, revelou ter havido um efeito significativo de órgãos da planta, tratamentos e interação órgãos x tratamentos no acúmulo da matéria seca. Observa-se, através dos resultados da Tabela 1, que a inflorescência dos tratamentos na produção de matéria seca, também difere entre os órgãos analisados.

Pela Tabela 2, quando se comparou, pelo teste de Tukey, o efeito dos tratamentos dentro de cada órgão, verificou-se que o acúmulo de matéria seca pelas folhas novas das plantas, embora sem apresentar diferença entre os diversos tratamentos, encontrou as maiores médias da produção de matéria seca nos tratamentos completo e omissão de boro. Também, para as folhas velhas, pode-se observar uma superioridade na média do tratamento omissão de boro que, embora tenha sido diferente do tratamento

omissão de nitrogênio, não o foi dos demais, tendo, inclusive, como no caso das folhas novas, superado a média do peso da matéria seca produzida pelo tratamento completo.

Tabela 1. Análise de variância, da produção de matéria seca pelas hastes, folha nova, folha velha e flores das plantas desenvolvidas em condição de casa-de-vegetação com os tratamentos completo, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S e -B.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F
Órgãos da planta (O)	3	864,74	288,24	99,72**
Tratamentos	7	210,44	30,06	10,40**
Interação (O) x (T)	21	213,89	10,18	3,52**
Resíduo	96	277,49	2,89	

C.V. (%) = 45%

** Valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 2. Pesos médios de matéria seca, em gramas, produzidos pelos órgãos das plantas, desenvolvidas em condições de casa-de-vegetação e soluções nutritivas.

Tratamentos	Órgãos da planta				Total
	Folhas Novas	Folhas Velhas	Hastes	Inflorescências	
Completo	4,50a*	2,67ab	15,37a	4,07a	27,42a
Omissão de N	1,99a	1,27 b	5,42 b	1,07 bc	9,76 b
Omissão de P	2,10a	2,11ab	7,37 b	3,10ab	14,69 b
Omissão de K	3,01a	2,46ab	9,81ab	1,07 bc	16,36 b
Omissão de Ca	2,80a	2,12ab	5,50 b	0,24 c	10,66 b
Omissão de Mg	2,77a	1,44ab	7,37 b	0,79 c	12,37 b
Omissão de S	2,62a	2,34ab	8,79 b	1,60 bc	15,35 b
Omissão de B	4,82a	3,44a	5,79 b	0,00 c	14,05 b
d.m.s. (Tukey)	3,45	2,10	6,54	2,04	10,04
52					
C.V. (%)	47,94	40,26	34,17	50,70	28,46

* As letras não comuns referem-se a diferenças mínimas significativas ao nível de 5% de probabilidade de tratamentos dentro dos órgãos.

Comparando-se as produções médias de matéria seca pelas hastes, constata-se que a solução completa proporcionou o maior acúmulo, não havendo, entretanto, diferença significativa com o peso médio da solução carente em potássio.

Para as inflorescências, de suma importância na cultura do crisântemo, nota-se, pela Tabela 1, diferenças na produção de matéria seca entre o tratamento completo e os demais tratamentos onde os elementos foram omitidos, executando-se o tratamento onde se omitiu fósforo; no caso da omissão de boro, não houve produção de flores.

Embora cada órgão da planta tenha sua importância no estudo nutricional do crisântemo, o modo de comercialização do mesmo, feito através de pacotes de um quilograma e meio, constituídos por três maços de meio quilograma, faz atribuir grande importância ao valor total da matéria seca acumulada pelos diversos órgãos das plantas. Nesta linha de pesquisa, a análise da Tabela 2 traduz as diferenças entre os tratamentos onde se omitiu nutrientes e onde estes foram fornecidos: nota-se a diferença significativa entre o maior valor de peso médio da matéria seca produzida pelo tratamento completo e os demais tratamentos onde os nutrientes foram omitidos.

Sintomas de Deficiências

Deficiência de nitrogênio

Vinte dias após a omissão deste nutriente da solução nutritiva, as plantas mostraram os primeiros sintomas caracterizados por um amarelecimento das folhas mais velhas. Tais sintomas prosseguiram de maneira que as plantas apresentassem poucas folhas e ramificação. Decorridos mais vinte e cinco dias, as folhas novas também

apresentaram um amarelecimento e as folhas basais, uma senescência que aparecia após necrose das bordaduras. Alguns botões já haviam sido formados, mas, além de pequenos, apresentavam-se escurecidos; as folhas novas eram de tamanho reduzido e as hastes, com internódios bastante distanciados. O tratamento apresentou atraso no florescimento, além de flores de tamanho pequeno e em número reduzido. Durante todo o ciclo da cultura, os sintomas da omissão de nitrogênio foram bastante evidenciados.

Os indícios da deficiência observados durante o experimento são semelhantes aos descritos por LUNT & KOFRA NEK (1958) com as plantas de crisântemo dos cultivares *Atbatrozz* e *Good News* e por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980), nos cultivares *Hurricane*, *Spider* e *Pink Marble*.

Deficiência de fósforo

Nas plantas cultivadas em soluções carentes de fósforo, os sintomas de deficiência apareceram trinta e um dias após o início do tratamento. As folhas mais velhas apresentavam uma coloração verde-profunda e, algumas, possuíam nervuras bem pronunciadas; já duas semanas mais tarde, notou-se o aspecto coriáceo da maioria das folhas. Os botões florais, já bastante desenvolvidos no sexagésimo dia após iniciados os tratamentos, por volta do septuagésimo primeiro dia, já estavam em processo de abertura, enquanto, no mesmo período, as folhas basais da planta mostravam um secamento generalizado. Quando da abertura total das flores, ao redor do septuagésimo oitavo dia, estas mostravam-se bonitas e grandes, mas, com uma persistência muito pequena das língulas que chegaram a se desprender, em quase cem por cento, ao simples toque ou manuseio das inflorescências.

Os sintomas de deficiência, observados no experimento, concordam com a maioria daqueles observados por MESSING & OWEN (1954), WOLTZ & WATERS (1961) e PENNING-

FELD (1972); porém, não foi observado o ângulo agudo formado entre as folhas jovens e o eixo principal da planta. Convém salientar que, nas plantas cultivadas com solução carente em fósforo, também não houve atraso na abertura das flores, tampouco menor número de inflorescências ou flores mal formadas e com as lígulas centrais escuras, conforme observado por MESSING & OWEN (1954) para os cultivares Rose Harrison e Sussex Pink, e por GILLY (1977) com os cultivares Luyona, respectivamente. Entretanto, como citado por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980), os sintomas da deficiência de fósforo são, inicialmente, muito difíceis de serem distinguidos.

Deficiência de potássio

Aos vinte e sete dias após o início do tratamento, apareceram os sintomas de carência de potássio, caracterizados por manchas amarelas distribuídas, irregularmente, nas folhas mais velhas. Uma semana mais tarde, já se notava um amarelecimento nas margens dessas folhas, iniciado na região da base das mesmas. Próximo ao final do ciclo, as folhas novas apresentavam-se com margens amarelecidas e pontilhadas de manchas necróticas; os botões florais eram pouco desenvolvidos e as flores formadas, irregularmente assimétricas, com sépalas escuras na base. Os sintomas de deficiência de potássio foram dos mais acentuados durante a condução do experimento. Por ocasião da coleta das plantas, as folhas mais novas, ao invés das mais velhas, é que apresentavam sintomas de carência do elemento.

Há concordância na descrição dos sintomas referentes à clorose marginal, observada pelos autores MESSING & OWEN (1954); JOINER & SMITH (1960) e LUNT *et alii* (1963). Entretanto, quanto à antecipação do florescimento, este não foi verificado no experimento, observando-se, apenas, a formação de inflorescências assimétricas, como as encontradas por GILLY (1977) no estudo do cultivar Spinder

Lutona. Queimadura marginal das folhas mais novas procedidas do secamento das folhas mais velhas também foi observado por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980) na Holanda, com o cultivar Brown Marble.

Deficiência de cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio surgiram vinte e nove dias após o início do tratamento, observando-se um amarelecimento generalizado das folhas mais novas que apresentavam bordas endurecidas e, levemente, torcidos para cima. As plantas, também, mostravam-se mais baixas que as dos demais tratamentos e de aspecto compacto. Com o passar do tempo, pontos necróticos surgiam nas folhas novas e nas brotações e, logo após, tais brotações apresentavam-se totalmente secas; as hastes das plantas mostravam-se espessas e apenas alguns botões se formavam. No final do ciclo, a maioria desses botões secavam e as poucas inflorescências formadas, apresentavam sépalas com aspecto semelhante ao de queimadura. Comparativamente aos demais tratamentos, foi o que apresentou menor número de inflorescências formadas.

Os sintomas observados divergem daqueles obtidos por MESSING & OWEN (1954), principalmente, quanto ao tempo de sua manifestação e à torção das folhas para baixo. Entretanto, concordam, parcialmente, com os sintomas apresentados pelos cultivares Bluechip, Iceberg e Portrait, pesquisados por WOLTZ (1959), na Flórida.

Deficiência de magnésio

Os primeiros sinais de anormalidades foram verificados, nas plantas, por volta do trigésimo primeiro dia, na mesma ocasião em que se observava os indícios de deficiência de fósforo, no tratamento onde o mesmo fora omi-

tido. Inicialmente, notou-se um amarelecimento entre as nervuras das folhas mais novas que, no entretanto, mantinham as margens e as nervuras com coloração verde-escura. Decorrido mais um mês, observou-se o pequeno tamanho das plantas, algumas com pontos necróticos no limbo e ápice foliar e a coloração amarelada da brotação; as folhas mais novas e as da base estavam secas e o florescimento, além de pequeno, ocorria de maneira uniforme. No final do ciclo, o sintoma mais evidente da omissão do elemento era uma acentuada necrose no ápice da maioria das folhas.

Os sintomas verificados no experimento divergem da queles citados pela maioria dos autores que descrevem a carência do elemento sempre manifestado nas folhas mais velhas ou mesmo medianas, mas, nunca, nas mais novas - MESSING & OWEN (1954), BRANSON et alii (1968) e GILLY (1977). Entretanto, FERNANDES et alii (1975), observaram um amarelecimento total nas brotações laterais do crisântemo do cultivar Suzuki, cultivado sob omissão de magnésio.

Deficiência de enxofre

Decorridos vinte e um dias do início dos tratamentos, apareceram os primeiros sintomas da deficiência de enxofre, caracterizados por um amarelecimento das folhas mais novas, mantendo as nervuras e bordaduras mais verdes. Após uma semana, verificou-se uma coloração amarelada, também nas folhas mais velhas, inclusive na região das nervuras. As plantas possuíam pouca ramificação e, em relação aos demais experimentos, apresentavam tamanho mediano. Ao final do ciclo da cultura, as folhas novas estavam totalmente amarelas, margeadas por um fino delineamento verde, e as plantas apresentavam poucas inflorescências.

Os sintomas encontrados concordam, parcialmente, com aqueles obtidos por Laurie e Wagner, em 1940, cita-

dos por RUORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980), embora a nervura das folhas, inicialmente, tenha mostrado uma coloração verde. Também o alongamento da parte aérea da planta, verificado por FERNANDES *et alii* (1975), com o cultivar Suzuki, não foi verificado.

Os sintomas da deficiência de enxofre assemelham-se aos de nitrogênio, contudo, aparecendo, principalmente, nas folhas mais novas.

Deficiência de boro

Os primeiros sinais da deficiência de boro surgiram por volta do vigésimo primeiro dia, paralelamente ao aparecimento dos sintomas iniciais da omissão de enxofre, e, caracterizavam-se por folhas novas amarelcidas e internódios de reduzido tamanho. Após dez dias dessa primeira manifestação, as plantas apresentaram-se, comparativamente às demais, de tamanho bastante reduzido, de aspecto denso e com uma brotação que, além de reduzida, parecia sobreposta. Além das folhas novas, as mais velhas também amareleciam e expunham, com bastante evidência, as nervuras, de coloração marrom, na parte central das folhas; a maioria das folhas encontrava-se curvada para baixo e tinha aspecto coriáceo. Com o passar do tempo, acentuou-se a coloração amarelada das brotações, as folhas mais velhas passaram a apresentar necrose marginal com os ápices das mesmas torcidos para dentro.

Perto da época da coleta, ocasião em que tanto as folhas novas como as velhas mostravam sinais de deficiência, pareceu haver uma sensível recuperação das plantas.

O tratamento não apresentou inflorescências e os sintomas de deficiência foram dos mais acentuados.

Os sintomas observados concordam com aqueles obtidos por MESSING & OWEN (1954), na Inglaterra, inclusive

quanto à ausência de florescimento observada para o cultivar Monument. Também outros autores - GILLY (1977) e ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980) - encontraram resultados semelhantes.

Níveis Analíticos

As concentrações médias de macronutrientes e de boro nas folhas velhas, folhas novas, hastes e inflorescências das plantas desenvolvidas em soluções nutritivas completas e deficientes, encontram-se na Tabela 3. As concentrações dos nutrientes nas folhas novas e velhas do tratamento completo, e nas folhas com ou sem sintomas dos tratamentos deficientes, são apresentados na Tabela 4. Verifica-se, que, com exceção das concentrações de enxofre, para folhas novas, e das de boro para hastes, sempre ocorreram diferenças entre os tratamentos completo e deficiente, para todos os órgãos estudados.

Em plantas dos cultivares Orego, Delaware, Bluechip e Iceberg, WATERS (1962, 1965) nos Estados Unidos obteve concentrações correspondentes a 1,5% de N e 2,5% de K encontradas nas inflorescências por volta do final do ciclo. Tais valores, citados em literatura, foram menores que os encontrados no presente trabalho e até mesmo, próximos às concentrações obtidas nas soluções deficientes.

Tableta 3. Concentrações médias de N, P, K, Ca, Mg, S (%) e de B (ppm), nas folhas novas, folhas novas, flores e inflorescências de planta de crisântemo, desenvolvida em soluções nutritivas completa e deficiente.

nutrientes	Folhas velhas			Folhas novas			Mortes			inflorescências		
	Solução completa	Solução deficiente	d.m.s. Tukey 5%	Solução completa	Solução deficiente	d.m.s. Tukey 5%	Solução completa	Solução deficiente	d.m.s. Tukey 5%	Solução completa	Solução deficiente	d.m.s. Tukey 5%
	0,73 b	0,03 b	0,11	2,25a	0,76 b	0,10	0,68a	0,27 b	0,10	2,32a	1,74 b	0,39
N	0,08a	0,03 b	0,02	0,13a	0,04 b	0,01	0,09a	0,01 b	0,02	0,27a	0,16 b	0,03
P	2,00a	0,73 b	0,27	3,07a	0,42 b	0,21	1,07a	0,20 b	0,16	3,16a	2,56 b	0,34
K	1,68a	0,58 b	0,13	1,18a	0,46 b	0,16	0,25a	0,14 b	0,06	0,68a	0,12 b	0,13
Ca	0,93a	0,53 b	0,09	0,70a	0,48 b	0,11	0,15a	0,06 b	0,02	0,64a	0,34 b	0,12
Mg	0,13a	0,14 b	0,01	0,10a	0,10a	0,02	0,09a	0,04 b	0,03	0,26a	0,12 b	0,07
B	96,5a	33,8 b	13,23	67,25a	33,07a	19,28	6,50a	6,10a	3,92	43,5a	0,00 b	6,73

a médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, dos tratamentos dentro de cada nutriente, em cada órgão (linhas).

Tabela 4. Concentrações médias de N, P, K, Ca, Mg, S (%) e de B (ppm), nas folhas de plantas de crisântemo, desenvolvidas em soluções nutritivas completa e deficientes.

NUTRIENTE	Solução completa		Solução deficiente		d.m.s.	C.V.
	Folhas velhas	Folhas novas	Folhas com sintomas	Folhas sem sintomas		
N	1,92 b*	2,25a	0,73 c(fv)	0,76 c(fn)	0,13	4,37
P	0,08 b	0,13a	0,03 c(fv)	0,04 c(fn)	0,02	13,79
K	2,79a	2,87a	0,42 b(fn)	0,73 b(fv)	0,36	10,10
Ca	1,68 b	1,19a	0,46 c(fn)	0,58 c(fv)	0,18	9,08
Mg	0,93a	0,70 b	0,48 c(fn)	0,63 b(fv)	0,13	9,02
S	0,13a	0,10 b	0,10 b(fn)	0,14a(fv)	0,02	9,06
B	56,50a	67,25a	33,07 b(fn)	33,80 b(fv)	20,07	20,05

* Médias seguidas de letras não comuns referem-se a diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade das folhas do nutriente.
(fv) = folhas velhas (fn) = folhas novas

Através da Tabela 4, constata-se que as concentrações dos nutrientes foram diferentes nas folhas velhas e novas das plantas desenvolvidas em solução completa, exceção feita para o potássio e o boro. Apenas para os elementos magnésio e enxofre é que ocorreram diferenças entre os teores dos nutrientes nas folhas com sintomas de deficiência nutricional e naquelas sem sintomas aparentes o que torna evidente, níveis de "fome oculta" em muitas dessas plantas cultivadas em soluções incompletas e que não apresentavam os sintomas de carência descritos anteriormente. É fato digno de nota as concentrações idênticas de enxofre em folhas novas, tanto para plantas cultivadas em soluções completas, sem apresentar deficiência, como para aquelas conduzidas em solução deficiente e que demonstraram sintomas de carência.

FERNANDES *et alii* (1975) no Brasil, para plantas de crisântemo do cultivar Suzuki, determinaram teores de macronutrientes nas folhas velhas e em época final do ciclo da cultura, iguais a 0,37% de P; 3,08% de K; 1,17% de Ca; 0,28% de Mg e 0,29% de S, valores bem maiores que os encontrados para o cultivar Golden Polaris, do presente trabalho, no caso do fósforo e do enxofre. Para esses elementos, até as folhas das plantas deficientes apresentaram, respectivamente, valores de 0,23% e 0,19% que foram também maiores que os determinados no presente experimento. Tal fato concorda com os dados obtidos por WATERS (1964) e BUNT (1973) quanto à diversidade na exigência nutricional entre os muitos cultivares existentes. Para os elementos cálcio e magnésio, as concentrações obtidas no cultivar Suzuki foram menores que as do cultivar Golden Polaris, sendo que, para o potássio, aproximadamente semelhantes.

Entretanto, para as folhas novas, com exceção dos elementos fósforo e enxofre, todos os demais elementos, para o cultivar Golden Polaris, encontram-se em concentrações superiores aos valores críticos determinados por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1980) na Holanda, com os cultivares Spider, Pink Marble e Delaware.

CONCLUSÕES

Os sintomas, identificados em condições de deficiência dos nutrientes, aparecem na sequência para os elementos N, B, S, K, Ca, P e Mg, sendo mais pronunciados para os tratamentos -N, -K, -B e -Ca.

A deficiência de nitrogênio é caracterizada por um amarelecimento das folhas basais e um atraso no florescimento. A deficiência de fósforo, caracteriza-se pelo aspecto coriáceo da maioria das folhas, além da coloração verde-profunda verificada nas mais velhas. A carência de potássio por amarelecimento nas margens das folhas mais velhas e inflorescência assimétricas e com sépalas escurcidas na região basal. A deficiência de cálcio, por folhas novas de coloração amarelada e de bordos torcidos para cima, acrescentando-se, ainda, um secamento generalizado das brotações além da redução na produção de inflorescências. A deficiência de magnésio, por um amarelecimento internerval das folhas mais novas e floração não uniforme. A carência de enxofre, pelo amarelecimento das folhas novas e pouca ramificação. A deficiência de boro, por folhas novas amareladas e de aspecto coriáceo, além de internódios bastante curtos.

O crisântemo cultivar Golden Polaris apresenta níveis de nutrientes nas folhas, sem sintomas de carência, expressos em função da matéria seca, da ordem de: 1,92% e 2,25% de N; 0,08% e 0,131% de P; 2,79% e 2,87% de K; 1,18% e 1,68% de Ca; 0,70 e 0,93% de Mg; 0,10% e 0,13% de S e 56,5 ppm e 67,25 ppm de B.

Os níveis de nutrientes nas folhas, com sintomas de carência, expressos em função da matéria seca, são: 0,73% de N; 0,33% de P; 0,42% de K; 0,46% de Ca; 0,48% de Mg; 0,10% de S e 33,07 ppm de B.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF ORNAMENTAL PLANTS XII.
MACRONUTRIENT AND BORON DEFICIENCIES IN
CHRYSANTHEMUM CV. GOLDEN POLARIS

Chrysanthemum plants (Cv. Golden Polaris) were cultivated in pots containing pure quartz and irrigated with nutrient solution with the follows composition: full solution, all essential elements, and others laking N, P, K, Ca, Mg, S and B. After the symptoms were clearly identified, the plants were harvested, divided into new leaves, old leaves, stems and flowers and analysed for the elements. The malnutrition symptoms appear, in sequence for the elements N, B, S, K, Ca, P and Mg, being more prominent in the treatments of -N, -K, -B and -Ca. The nutrient levels in the leaves without malnutrition symptoms expressed in percentage or part per million of dry matter were: N% - 1.92 - 2.25; P% 0.08 - 0.13; K% 2.79 - 2.87; Ca% 1.81 - 1.68; Mg% 0.70 - 0.93; S% - 0.10 - 1.13 and B ppm 56.5 - 67.2

The levels of nutrients in unusual leaves were: N% 0.73; P% 0.003; K% 0.42; Ca% 0.46; Mg% 0.48; S% 0.10 and B ppm - 33.07.

LITERATURA CITADA

BRANSON, R.L.; R.H.SCIARONI & J.M.RIBLE, 1968. Magnesium deficiency in cut flower chrysanthemum. **California Agriculture** 22(8):13-14.

BUNT, A.C., 1973. Factors contributing to the delay in the flowering of pot chrysanthemum grown in peatsand

substrates. **Acta Horticulturae**. Littlehampton, UK, 31:163-172.

CEAGESP, 1986. **Boletim informativo anual**; dados estatísticos relativos aos produtos hortigranjeiros, pescados e flores afluídos ao entreposto terminal de São Paulo. São Paulo, 254 p.

FERNANDES, P.D.; G.D. OLIVEIRA & H.P. HAAG, 1975. Nutrição mineral de plantas ornamentais. VIII - Absorção e deficiências de nutrientes pelo *Chrysanthemum morifolium* L. cv Suzuki. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, SP, 32:471-492.

GILLY, G., 1977. Désordres morphologiques, histologiques et chimiques provoqués par des carences minérales chez *Chrysanthemum morifolium*. **Annales Agronomiques**. Antibes, 28:637-650.

GORTZ, H., 1968. (The importance of magnesium for chrysanthemum). **DCK Inf.** Dinamarca, (29):2-6. Apud: Horticultural Abstracts, 38(3):594, 1973 (Resumo).

HILL, H.; M.B. DAVIS & F.B. JOHNSON, 1934. Nutritional studies with chrysanthemum. **Scientific Agriculture** 15:110-125.

JOINER, J.N. & T.C. SMITH, 1960. Some effects of nitrogen and potassium levels on flowering characteristics of *Chrysanthemum morifolium* "Bluechip". **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. Deland, 73:354-358.

JOINER, J.N. & T.C. SMITH, 1962. Effects of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* "Bluechip". **Proceeding American Society for Horticultural Science**. Geneva, NY, 80:571-580.

- LUNT, O.R. & A.M.KOFRANEK, 1958. Nitrogen and potassium nutrition of chrysanthemum. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, Geneva, NY, **72**:487-497.
- LUNT, O.R.; A.M.KOFRANEK & J.J.OERTLI, 1963. Deficiency symptoms and mineral nutrient levels in Good News chrysanthemum. **Exchange** **140**(15):39-66.
- MESSING, J.H.L. & O.OWEN, 1954. The visual symptoms of some mineral deficiencies on Chrysanthemum. **Plant and soil** **5**(2):101-120.
- PENNINGSFELD, F., 1972. Macro and micro nutrient requirements of pot plants in peat. **Acta Horticulturae**. Littlehampton, UK, **26**:81-101.
- ROORDA VAN EYSINGA, J.P.N.L. & K.W.SMILDE, 1980. **Nutritional disorders in chrysanthemums**. Wageningen, The Netherlands, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 41 p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**. Piracicaba, 1:231-233.
- SARRUGE, J.R. & H.P.HAAG, 1974. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, ESALQ/USP. 56 p.
- WATERS, W.E., 1962. Effects of fertilization rates and frequencies on potted chrysanthemum production. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. Deland. **75**:460-463.
- WATERS, W.E., 1964. The effects of soil mixture and phosphorus on growth responses and phosphorus content of *Chrysanthemum morifolium*. **Proceedings American Society of Horticultural Science**. Geneva, NY, **84**:588-594.

- WATERS, W.E., 1965. Influence of nutrition on flower production keeping quality disease susceptibility and chemical composition of *Chrysanthemum morifolium*. **Proceedings American Society for Horticultural Science**. Geneva, NY, **86**:650-655.
- WOLTZ, S.S. & W.E.WATERS, 1961. Nitrogen and potassium fertilization of chrysanthemums. **Florida Agricultural Experiment Stations Annual Report** **57**:306-307.