

NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS.
VIII – ABSORÇÃO E DEFICIÊNCIAS DE NUTRIENTES PELO
Chrysanthemum morifolium L., cv. 'Suzuki' *

PEDRO DANTAS FERNANDES**
GILBERTO DINIZ DE OLIVEIRA***
HENRIQUE PAULO HAAG***

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar aspectos da nutrição mineral de Crisântemo, cultivar Suzuki, no que concerne:

- ao efeito da omissão e presença de P, K, Ca, Mg e S, no crescimento das plantas;
- às quantidades de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos em várias fases de seu desenvolvimento.

Mudas de crisântemo foram transplantadas para vaso contendo sílica. Foram submetidas a tratamentos, que constaram do cultivo de plantas em solução nutritiva completa e omitindo um macronutriente por vez. Também foram cultivadas em condições de campo, coletando-se amostras de plantas periodicamente. Obtidos materiais de ambos os ensaios, processaram-se as análises químicas.

São discutidos os sintomas de deficiência e apresentados os teores em cada órgão de plantas normais e carentes em cada elemento.

Uma planta de crisântemo extrai: 231,24 mg de P; 1600,10 mg de K; 269,32 mg de Ca; 112,77 mg de Mg; 90,95 mg de S; 0,799 mg de Cu; 116,45 mg de Fe; 23,35 mg de Mn; 14,42 mg de Zn.

INTRODUÇÃO

A cultura do crisântemo vem se expandindo bastante no Estado de São Paulo nos últimos anos, com um crescente interesse econômico. Ocupa o terceiro posto, no mercado interno, logo após rosa e gladiolo, segundo fontes do CEAGESP.

Mesmo na literatura estrangeira são muito poucos os trabalhos acerca da absorção de nutrientes e deficiências minerais. Em nossas condições desconhecem-se dados de experimentação, tanto de nutrição mineral como de adubação.

É de grande importância, para um esquema racional de adubação, o conhecimento da marcha de absorção dos nutrientes, relacionada com o estágio de desenvolvimento das plantas. Tais estudos permitem saber o momento em que cada elemento é mais in-

* Entregue para publicação em 5/12/1975.

** Departamento de Fitotecnia, F.M.V.A. Jaboticabal - SP.

*** Departamento de Química da ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

tensamente absorvido, dando uma indicação sobre a época mais indicada para seu fornecimento.

Também, de capital interesse, são os estudos de carências minerais, permitindo a avaliação do estado nutricional da cultura, que, pelo sistema de cultivo e colheita, é muito sujeita a desarranjos nutricionais.

Os objetivos deste trabalho, através de estudos em condições de campo e em casa-de-vegetação, foram:

- a — verificar o efeito da omissão e presença dos macronutrientes, no crescimento do crisântemo;
- b — avaliar as quantidades de macronutrientes e de alguns micronutrientes extraídos, nas diversas fases de desenvolvimento da cultura;
- c — obter um quadro sintomatológico das deficiências dos macronutrientes;
- d — verificar o efeito da omissão de cada nutriente, sobre seu teor, em várias partes da planta.

REVISÃO DE LITERATURA

Não foram encontradas na literatura disponível, referências a estudos de marcha de absorção de nutrientes para a cultura de crisântemo.

HEENEY et al. (1960), cultivando a variedade "Shasta" em casa-de-vegetação, verificaram que para boas produções, os teores de nitrogênio e potássio nas folhas devem estar numa relação de 1:2, respectivamente.

JOINER e SMITH (1962) testando diferentes níveis de nitrogênio e de potássio, encontraram, nas plantas mais produtivas, teores de 4–5% para N e 5–6% de K. A variedade com que trabalharam foi "Bluechip".

Teores também diferentes foram encontrados por WATERS (1965), relacionados com altas produções de crisântemo; nas folhas, nitrogênio estava entre 3,5 e 4,5% e potássio entre 3,5–6,0%, enquanto que nas flores os níveis eram 1,5% de N e 2,5% de K.

Sintomas associados à deficiência de nitrogênio, foram descritos por HILL et al. (1934), MESSING e OWEN (1954) e por LUNT et al. (1963). Em geral suas descrições são concordantes entre si e em resumo consistem em: de início, uma leve clorose das folhas mais velhas e redução em tamanho das mais novas; logo que as folhas novas se desenvolvem, elas assumem uma posição ereta e adquirem uma tonalidade pálida; as folhas mais velhas ficam amarelas, com pigmentos vermelhos nas margens, e na fase aguda caem prematuramente; a redução do crescimento ocorre muito cedo e este é o primeiro sinal da deficiência; não ocorre desenvolvimento de gemas laterais; a abertura das flores é atrasada por 3 a 5 semanas e o seu diâmetro se reduz à metade das flores de uma planta normal; as pétalas mostram-se normais.

A deficiência de fósforo foi estudada por HILL et al. (1934), MESSING e OWEN (1954), LUNT et al. (1963) e por WATERS (1964), e os sintomas podem ser resumidos no seguinte: redução da taxa de crescimento e menor tamanho de folhas novas que ficam formando um ângulo agudo em relação ao eixo principal da planta, os internódios não são encurtados e os tecidos ficam fracos; em geral não há perda de coloração e, num estágio seguinte, toda a planta adquire uma coloração verde pálida; posteriormente ocorre amarelecimento, bronzeamento e secagem das folhas velhas; pigmentos vermelho-apurpurado aparecem em algumas variedades; há retardamento de abertura dos botões florais e redução no tamanho das inflorescências, sem ocorrer efeitos sobre a textura das pétalas.

Os sintomas de carência de potássio foram descritos por HILL et al. (1934), MESSING e OWEN (1954) e por LUNT et al. (1963). Os sintomas diferem bastante de uma estação para outra e de variedade para variedade. A idade da planta, no momento em que surge a deficiência é provavelmente o fator que mais afeta o aparecimento dos sintomas e as condições gerais de toda a planta. Os primeiros sintomas surgem nas folhas médias e em geral consiste de uma clorose marginal regular, passando logo em seguida a uma necrose das margens das folhas, que depois caem; o crescimento é lento, os internódios são curtos e o tamanho das folhas geralmente é reduzido; em um estágio posterior é comum surgir clorose internerval de folhas mais novas; há uma grande tendência de surgirem brotações basais e de se formar um sistema radicular pobre; a qualidade e a cor das inflorescências não são afetadas, mas há redução em seu tamanho e elas tendem a se abrirem precocemente.

Sintomas associados à carência de cálcio foram encontrados por HILL et al. (1934), LAURIE e WAGNER (1940), MESSING e OWEN (1954) e por LUNT et al. (1963), e consistem em: as folhas mais novas se tornam severamente cloróticas; em poucos dias manchas castanhas irregulares aparecem nas margens; em seguida toda a margem fica bronzeada, ocorrendo enrolamento para baixo das folhas; há morte da gema apical; os sintomas nas folhas inferiores dependem da variedade, continuando a crescer mais do que o normal em algumas variedades e enquanto que em outras, as folhas são verde-escura, distorcidas, com aspecto rijo e quebradiço, algumas com áreas cloróticas irregulares; quando o tratamento começa mais tarde, de modo a não ocorrer morte da gema apical antes da formação da inflorescência, o sintoma mais característico é o encurtamento pronunciado dos internódios; os botões florais morrem em um estágio posterior e as folhas permanecem muito pequenas e cloróticas; o sistema radicular é bastante afetado, com pequeno desenvolvimento da principal e as raízes finas morrem e se mostram castanho-escuras. Há diferenças entre variedades quanto à suscetibilidade à deficiência e à intensidade dos sintomas.

Com relação ao magnésio, os sintomas de sua carência foram descritos por HILL et al. (1934), LAURIE e WAGNER (1940), MESSING e OWEN (1954), LUNT et al. (1963) e por BRANSON et al. (1968). Também, quanto à carência de magnésio, os sintomas diferem entre as variedades e a época do ano. Resumidamente podem se apresentar três diferentes comportamentos de sintomas: a) clorose internerval seguida por tonalidade vermelho-apurpurada, inicialmente observada em folhas de porte inferior e mediana da planta; b) perda geral da cor na folhagem e em seguida amarelecimento das folhas velhas; aparecem áreas bronzeadas irregulares e estas logo ficam necrosadas; c) o-

corre uma perceptível perda de coloração nas folhas velhas e algumas áreas avermelhadas espalhadas em apenas algumas das folhas mais velhas; logo, em um curto espaço de tempo, toda a área internerval de folhas velhas e medianas ficam cobertas com pequenas manchas circulares castanhas; estas manchas não aumentam, mas gradualmente vão escurecendo e secando. Quando as plantas florescem, os botões florais se abrem comparativamente mais cedo, o tamanho é reduzido e a cor das variedades coloridas é pálida.

Com relação a enxofre não foi possível encontrar, na literatura disponível, nenhuma citação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Cultivar

O cultivar de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) utilizado nos ensaios foi 'Suzuki'. É o mais cultivado por preferência do consumidor e adaptação a nossas condições de cultivo.

Ensaio em casa-de-vegetação

Obtenção de mudas – Mudas, as mais uniformes possíveis, foram postas a enraizar em recipientes de cerâmica contendo sílica moída. Fez-se irrigação, várias vezes por dia, com solução nutritiva completa de HOAGLAND e ARNON (1950), diluída a 1:10 com água destilada.

Após a formação de raízes, passaram a ser irrigadas, com a solução nutritiva citada anteriormente, diluída a 1:4. Dias depois a 1:2, de acordo com o desenvolvimento, até o início dos tratamentos, descritos em 3.2.4.

Recipientes – Utilizaram-se recipientes de barro, com as dimensões: 25 cm de altura, 28 cm de diâmetro na parte superior e 15 cm de diâmetro na inferior. Continham os vasos em torno de 7 kg de sílica moída. A parte interna foi impermeabilizada com Neutrol.

Solução nutritiva – Utilizou-se de solução nutritiva de HOAGLAND e ARNON (1950), modificada quanto ao fornecimento de ferro. Este foi fornecido sob a forma de "quelado", como FeNa-EDTA, com exceção para o tratamento com omissão de enxofre (-S), que recebeu citrato-férrico.

As soluções empregadas foram preparadas a partir de soluções estoques de cada um dos sais, utilizando-se de água destilada e sais pro-análises. Para o estudo da deficiência de cada elemento, foi feita sua omissão na solução.

Tratamento — O ensaio constou de 7 (sete) tratamentos repetidos 6 (seis) vezes, considerando-se uma planta como repetição — os tratamentos foram:

- Completo: solução nutritiva completa;
 —N: solução nutritiva com omissão de nitrogênio;
 —P: solução nutritiva com omissão de fósforo;
 —K: solução nutritiva com omissão de potássio;
 —Ca: solução nutritiva com omissão de cálcio;
 —Mg: solução nutritiva com omissão de magnésio;
 —S: solução nutritiva com omissão de enxofre.

Cada vaso recebeu 1 (um) litro de solução, renovada semanalmente. As plantas foram irrigadas por percolação, duas vezes por dia.

Ensaio em condições de campo

Complementando os estudos de nutrição mineral de crisântemo, foi instalado ensaio em condições de cultivo comercial em Atibaia - SP. Como normalmente é feito na prática, foram aproveitados canteiros, onde previamente se cultivou cravo e cuja análise de solo, seguindo-se as recomendações de CATANI et al. (1955), revelou os seguintes valores:

pH = 5,9

matéria orgânica = 3,58%

teor trocável

K^+ = 22 e.mg/100 g solo seco ao ar
Ca^{++} = 5,8 e.mg/100 g solo seco ao ar
Mg^{++} = 1,2 e.mg/100 g solo seco ao ar
(*) PO_4^{-3} = 12 e.mg/100 g solo seco ao ar

(*) teor solúvel em H_2SO_4 , 0,05 N.

Cerca de sessenta dias após transplante das mudas, cada canteiro (25 x 0,9 m) recebeu, em cobertura, 50 kg da fórmula 8—12—8.

Durante todo o transcorrer do ensaio foram dispensados os tratos culturais necessários. Dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, se fizeram amostragens periódicas de plantas para fins de análises.

Coleta de plantas

No ensaio de deficiência, as plantas foram coletadas quando apresentavam sintomas bem definidos para cada elemento.

Para os estudos de absorção de nutrientes a primeira amostragem foi feita no estágio de transplante das mudas, e em todas elas o número de plantas nunca foi inferior a quatro.

As plantas colhidas foram divididas em raiz, caule, folhas e flor. Houve lavagem desse material em água destilada e em água desmineralizada, sendo depois posto a secar em estufa com circulação forçada de ar quente, à 75°C. Obtido o peso do material seco, este foi moído em micromoinho Wiley, peneira nº 20.

Análises químicas

A partir do material seco foram feitas análises químicas, utilizando-se dos seguintes métodos:

- fósforo: molibdato-vanadato (LOTT et al., 1956).
- enxofre: gravimetria (TOTH et al., 1948).
- potássio: cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, espectrofotometria de absorção atômica (PERKIN-ELMER, 1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio em casa-de-vegetação

Sintomas de deficiência

Deficiência de fósforo – Os primeiros sintomas surgem nas folhas mais velhas que tomam uma coloração clorótica a partir das margens para o centro do limbo. Posteriormente elas secam completamente e sem se desprenderem ficam pendentes no caule, até a sua meia altura. Depois que as flores se abrem, essas folhas secas tendem a se desprenderem. As folhas superiores apresentam-se normais, com verde intenso. Também as brotações laterais que surgem são de cor verde escura, inclusive as que brotam nas partes mais inferiores da planta.

Deficiência de potássio – Inicialmente as folhas inferiores começam a amarelecer e logo a seguir apresentam necrose nos bordos. Posteriormente as nervuras tomam uma coloração arroxeadada, que pouco a pouco vai se estendendo a todo o limbo. O pecíolo também fica arroxeadado. As folhas superiores da planta são normais, porém levemente amareladas.

Deficiência de cálcio – As folhas inferiores da planta começam a amarelecer cada vez mais pronunciadamente. No final das nervuras, antes esbranquiçadas, tendem a ficar arroxeadas. Algumas folhas apresentam secamento nos bordos.

As folhas mais novas também são cloróticas e de tamanho menor que as correspondentes de uma planta bem suprida em nutrientes. Pequenos botões floríferos laterais apresentam-se com início de necrose no ápice. As brotações vegetativas laterais são também cloróticas.

Deficiência de magnésio – As folhas inferiores e medianas são totalmente amareladas. As folhas superiores apresentam manchas amarelas no limbo, mas a parte restante tem uma cor verde escura e brilhante. As brotações laterais são verde-amareladas.

Deficiência de enxofre – Como sinal de carência de enxofre apenas observou-se uma clorose total em toda a planta, além de um maior alongamento de sua parte aérea, conforme observado no Quadro 1.

QUADRO 1 – Altura média de plantas (cm) de crisântemo, submetidas aos tratamentos de deficiência.

Tratamentos	Altura (cm)
completo	47,3
-P	44,0
-K	43,3
-Ca	41,3
-Mg	45,3
-S	55,0

Crescimento – Dados de crescimento de plantas em altura (cm), submetidas aos vários tratamentos, acham-se dispostos no Quadro 1. No Quadro 2 estão contidos os dados de peso de matéria seca (g) em várias partes da planta.

Em relação à altura de plantas, observa-se que, só para a carência de cálcio houve uma redução maior, enquanto as plantas com deficiência de enxofre mostraram um desenvolvimento superior a todos os outros tratamentos. Comportamento semelhante também tem sido observado em tomateiro (NIGHTINGALE, 1932), cana-de-açúcar (HAAG, 1965) e em pimentão (FERNANDES e HAAG, 1972). A carência de enxofre tende a acarretar hastes mais finas, mas com internódios maiores.

Quanto ao peso de matéria seca, a deficiência de fósforo foi responsável pelos menores valores. Sobre o florescimento, os elementos mais diretamente relacionados são potássio e fósforo, conforme se observa ainda no Quadro 2. Observa-se também que a carência de enxofre não tem efeito sobre o peso de matéria seca de qualquer uma das partes da planta.

QUADRO 2 – Dados de peso de matéria seca (g) nos vários tratamentos, segundo o órgão da planta.

Órgão da planta	completo	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
Folhas superiores	2,7	2,2	3,2	2,1	1,8	2,9
Folhas inferiores	2,9	1,7	3,6	3,1	3,1	3,1
Caule superior	2,3	1,7	1,3	1,8	1,7	2,4
Caule inferior	2,9	1,9	2,5	2,5	3,0	3,6
Flor	3,0	1,5	0,6	4,3	3,1	2,4

Concentração de nutrientes – Através de análise químicas, do material seco proveniente dos vários tratamentos da deficiência, foram conhecidos os teores percentuais, em função do peso de matéria seca que estão contidos nos Quadros 3, 4, 5, 6 e 7, segundo a parte da planta.

QUADRO 3 – Teores dos nutrientes no caule inferior de uma planta de crisântemo, em função do peso de sua matéria seca, segundo os tratamentos.

Tratamentos	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
completo	0,24	0,55	0,24	0,05	0,07
-P	0,11	—	—	—	—
-K	—	0,22	—	—	—
-Ca	—	—	0,10	—	—
-Mg	—	—	—	0,04	—
-S	—	—	—	—	0,05

QUADRO 4 – Teores dos nutrientes no caule superior, em função do peso de matéria seca, de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
completo	0,19	0,77	0,25	0,09	0,08
-P	0,18	—	—	—	—
-K	—	0,22	—	—	—
-Ca	—	—	0,15	—	—
-Mg	—	—	—	0,04	—
-S	—	—	—	—	0,05

QUADRO 5 – Teores de nutrientes em folhas inferiores, em função do peso de matéria seca, de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
completo	0,37	3,08	1,17	0,28	0,29
-P	0,23	—	—	—	—
-K	—	1,21	—	—	—
-Ca	—	—	0,89	—	—
-Mg	—	—	—	0,07	—
-S	—	—	—	—	0,19

QUADRO 6 – Porcentagens dos nutrientes nos respectivos tratamentos, em função do peso de matéria seca de folhas superiores de uma planta de crisântemo.

Tratamentos	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
completo	0,35	3,41	1,25	0,32	0,22
-P	0,28	—	—	—	—
-K	—	1,32	—	—	—
-Ca	—	—	0,84	—	—
-Mg	—	—	—	0,11	—
-S	—	—	—	—	0,14

QUADRO 7 – Porcentagens dos nutrientes na flor de crisântemo, em função do peso de matéria seca, segundo os tratamentos.

Tratamentos	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
completo	0,45	3,41	0,58	0,30	0,26
-P	0,43	—	—	—	—
-K	—	1,98	—	—	—
-Ca	—	—	0,22	—	—
-Mg	—	—	—	0,18	—
-S	—	—	—	—	0,11

Fósforo – No tratamento em que as plantas receberam solução nutritiva completa as partes inferiores, como caule e folhas apresentaram sempre maiores teores. Entretanto, na deficiência de fósforo verifica-se que houve uma certa translocação deste elemento para as partes mais novas, o que concorda com citações de BINGHAM (1966), BROYER e STOUT (1957), BUKOVAC e WITTWER (1957), de que o fósforo é um elemento móvel dentro da planta.

Ressalta-se no Quadro 7, a grande porcentagem de fósforo que contém a flor de crisântemo.

Potássio – Este nutriente apresentou translocação de caule inferior para caule superior e de folhas velhas para folhas novas. Na literatura é considerado de fácil translocação, já que grande proporção sua permanece sob a forma iônica dentro da planta (HEWITT, 1951; ULRICH e OHKI, 1966).

WATERS (1965) verificou que em plantas de crisântemo com altas produções, o teor de potássio nas folhas estava entre 3,5–6,0% e nas flores era de 2,5%; comparando-se esses dados com os de plantas submetidas a tratamento completo, observa-se uma certa aproximação.

Cálcio -- Verificou-se uma certa imobilidade do cálcio de folhas inferiores para folhas superiores. Mas, como se nota nos Quadros 3 e 4, no caule ele se apresentou com alguma mobilidade, pois na sua falta o caule mais novo mostrou um teor mais elevado que o caule inferior. Terrel e Johnson, citados por GAUCH (1957), observaram ser o cálcio de mobilidade intermediária em uma espécie de pinheiro, e FERNANDES e HAAG (1972) verificaram-no igualmente em pimentão.

Magnésio – Este elemento mostrou-se móvel dentro da planta. Apenas em relação ao caule é que não houve variação de seu teor quando no tratamento com carência de magnésio. BUKOVAC e WITTEWER (1957) citam a sua fácil translocação, referindo-se apenas a feijão, em que foi encontrado uma mobilidade parcial.

Enxofre – Como é citado por BIDDULPH et al. (1956) o enxofre mostrou-se de difícil translocação.

Como considerações gerais dos Quadros discutidos, observa-se que em caule, tanto inferior como superior, são relativamente baixos os teores dos nutrientes estudados, o que não acontece em folhas ou flor.

Ensaio em condições de campo

Desenvolvimento das plantas – Dados de crescimento do cultivar Suzuki de crisântemo, expresso em peso de matéria fresca (g/planta) e em peso matéria seca (g/planta), acham-se expostos no Quadro 8.

Verifica-se que esse crescimento foi mais ou menos constante, em todo o ciclo da planta. Até aos 56 dias após o transplante, o aumento de peso da matéria seca foi lento, quando então se intensificou. Esse período coincide com a adubação feita em cobertura.

Um grande aumento no desenvolvimento das plantas se verificou após o florescimento, que se deu a partir de 120 dias após o transplante.

Em geral observa-se que aos 126 dias ocorreu o máximo de aumento de matéria seca nas folhas e no caule, enquanto que raízes e flores continuaram a se desenvolverem.

QUADRO 8 – Crisântemo: marcha de absorção: Peso de matéria fresca e de matéria seca em várias partes de acordo com a idade das plantas.

Idade (dias)	Órgão da planta	Peso de matéria fresca (g/planta)	Peso de matéria seca (g/planta)
transplante	raízes	1,05	0,21
	parte aérea	1,64	0,33
	soma	2,69	0,54
14	raízes	1,00	0,30
	caule	0,22	0,04
	folhas	2,30	0,59
	soma	3,52	0,93
28	raízes	2,44	0,54
	caule	2,81	0,43
	folhas	6,09	1,18
	soma	11,34	2,15
42	raízes	2,93	0,56
	caule	12,24	1,14
	folhas	15,18	1,98
	soma	30,35	3,68
56	raízes	3,18	0,37
	caule	23,12	3,02
	folhas	24,89	2,34
	soma	51,19	5,73
70	raízes	10,13	2,50
	caule	43,58	5,15
	folhas	74,97	5,82
	soma	128,68	13,47
84	raízes	22,12	5,62
	caule	62,02	6,50
	folhas	85,60	5,84
	soma	169,74	17,96
98	raízes	32,38	8,20
	caule	91,78	9,23
	folhas	100,15	7,95
	soma	224,31	25,38
112	raízes	42,50	7,53
	caule	121,05	12,00
	folhas	102,25	8,30
	soma	265,80	27,83
126	raízes	53,32	11,84
	caule	245,50	18,38
	folhas	155,73	10,83
	flor	10,18	1,05
	soma	464,73	42,10
140	raízes	68,65	16,20
	caule	247,70	18,73
	folhas	105,25	7,90
	flor	23,83	1,98
	soma	445,43	44,81

Concentração dos nutrientes – As porcentagens dos macronutrientes, encontrados em vários órgãos da planta, nos diversos estágios de desenvolvimento estão contidos no Quadro 9, em função do peso de matéria seca.

QUADRO 9 – Teores de macronutrientes, em função do peso seco de várias partes da planta, em função de seu estágio de desenvolvimento.

Idade (dias)	Orgão da planta	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
transplante	raízes	0,64	2,75	0,25	0,19	0,11
	parte aérea	0,57	4,51	1,04	0,38	0,21
14	raízes	0,56	3,63	0,27	0,19	0,25
	caule	0,44	2,42	0,17	0,13	0,12
	folhas	0,91	4,29	0,67	0,34	0,33
28	raízes	0,56	2,31	0,21	0,15	0,18
	caule	0,91	2,97	0,20	0,20	0,25
	folhas	0,49	5,39	0,79	0,47	0,34
42	raízes	0,40	2,40	0,17	0,13	0,16
	caule	0,90	3,20	0,28	0,20	0,23
	folhas	0,91	4,84	0,85	0,42	0,33
56	raízes	0,26	2,31	0,11	0,06	0,12
	caule	0,84	3,52	0,30	0,21	0,23
	folhas	0,65	6,16	1,32	0,48	0,67
70	raízes	0,42	2,62	0,13	0,15	0,20
	caule	0,91	3,85	0,34	0,22	0,18
	folhas	0,78	6,71	1,70	0,58	0,36
84	raízes	0,78	3,63	0,20	0,12	0,27
	caule	0,62	5,83	0,34	0,18	0,32
	folhas	1,24	5,83	0,15	0,11	0,44
98	raízes	0,55	2,86	0,18	0,64	0,15
	caule	0,55	7,92	0,81	0,33	0,19
	folhas	1,82	4,62	2,32	0,72	0,33
112	raízes	0,49	3,74	0,17	0,17	0,14
	caule	0,55	4,73	0,45	0,20	0,16
	folhas	1,17	6,60	2,44	0,82	0,52
126	raízes	0,42	2,64	0,15	0,15	0,15
	caule	0,58	3,08	0,37	0,13	0,16
	folhas	0,68	6,16	1,56	0,40	0,38
	flor	1,17	5,17	0,50	0,35	0,25
140	raízes	0,38	1,76	0,13	0,05	0,10
	caule	0,47	3,30	0,35	0,14	0,15
	folhas	0,58	6,38	1,49	0,37	0,49
	flor	1,04	5,72	0,60	0,40	0,33

Verifica-se que, até o florescimento, os níveis dos macronutrientes em cada parte da planta são em geral semelhantes, de uma amostragem para a outra. Exceção é feita apenas para fósforo, que nas folhas teve um aumento depois de 70 dias e para cálcio que aos 98 dias aumentou bastante o seu teor em caule e em folhas.

Com o aparecimento da flor, houve uma grande redução dos teores de cada macronutriente principalmente nas folhas.

As concentrações em ppm, na matéria seca, de cobre, ferro, manganês e zinco, de vários órgãos de uma planta de crisântemo, estão contidas no Quadro 10, segundo o seu estágio de desenvolvimento.

QUADRO 10 – Teor de micronutrientes, em função do peso de matéria seca, em várias partes, segundo o estágio de desenvolvimento de uma planta de crisântemo

Idade (dias)	Orgão da planta	– ppm –			
		Cu	Fe	Mn	Zn
transplante	raízes	16	1648	74	104
	parte aérea	16	1341	179	132
14	raízes	21	3070	62	74
	caule	13	992	29	83
	folhas	13	2083	80	83
28	raízes	15	2590	43	35
	caule	13	1083	25	52
	folhas	15	2246	142	118
42	raízes	14	2940	69	30
	caule	12	1042	52	50
	folhas	15	2498	200	226
56	raízes	13	3436	136	20
	caule	10	913	83	66
	folhas	18	2183	455	429
70	raízes	12	3960	251	82
	caule	9	655	116	7
	folhas	18	511	676	581
84	raízes	10	6373	340	195
	caule	19	768	106	156
	folhas	18	1821	709	541
98	raízes	25	5117	536	171
	caule	29	1214	621	820
	folhas	41	1370	1663	612
112	raízes	33	6357	390	421
	caule	11	646	203	225
	folhas	18	1101	1165	1030
126	raízes	27	6122	306	182
	caule	7	238	106	89
	folhas	9	1230	812	673
	flor	13	141	185	95
140	raízes	18	6066	265	155
	caule	8	456	231	102
	folhas	14	1178	1421	750
	flor	22	167	313	122

Observa-se que os teores de cobre são em geral constantes em todo o ciclo da planta. Já em relação a manganês e zinco, a partir de 56 dias após o transplante das mudas,

há um grande aumento de seus teores, nas várias porções da planta.

Quanto a ferro, verifica-se que numa planta de crisântemo é bastante exigente. Como esclarecimento, uma muda de crisântemo, no transplante, teve o seu enraizamento em canteiro de areia lavada e mesmo assim já teve um alto teor de ferro.

Extração de nutrientes – As quantidades de macronutrientes absorvidos pelos diversos órgãos, em função da época de amostragem, aparecem no Quadro 11. Observa-se

QUADRO 11 -- Quantidade de macronutrientes, em mg, presentes em várias partes de uma planta de crisântemo, segundo a fase de desenvolvimento.

Idade (dias)	Orgão da planta	P	K	Ca	Mg	S
transplante	raízes	1,34	5,78	0,53	0,40	0,23
	parte aérea	1,88	14,88	3,43	1,25	0,69
14	raízes	1,68	10,89	0,81	0,57	0,75
	caule	0,18	0,97	0,07	0,05	0,05
	folhas	5,37	25,31	3,95	2,01	1,95
28	raízes	3,02	12,47	1,13	0,81	0,97
	caule	3,91	12,77	0,86	0,86	1,08
	folhas	5,78	63,60	9,32	5,55	4,01
42	raízes	2,24	13,44	0,95	0,73	0,90
	caule	10,26	36,48	3,19	2,28	2,62
	folhas	18,02	95,83	16,83	8,32	6,53
56	raízes	0,96	8,55	0,41	0,22	0,44
	caule	25,37	106,30	9,06	6,34	6,95
	folhas	15,21	144,14	30,89	11,23	15,68
70	raízes	10,50	65,50	3,25	3,75	5,00
	caule	46,87	198,28	17,51	11,33	9,27
	folhas	45,40	390,52	98,94	33,76	20,95
84	raízes	43,84	204,01	11,24	6,74	15,17
	caule	40,30	378,95	22,10	11,70	20,80
	folhas	72,42	340,47	8,76	6,42	25,70
98	raízes	45,10	234,52	14,76	52,48	12,30
	caule	5,08	73,10	7,48	3,05	1,75
	folhas	144,69	367,29	184,44	57,24	26,24
112	raízes	36,90	281,62	12,80	12,80	10,54
	caule	66,00	567,60	54,00	24,00	19,20
	folhas	97,11	547,80	202,52	68,06	43,16
126	raízes	49,73	312,58	17,76	17,76	17,76
	caule	95,58	566,10	68,01	23,89	29,41
	folhas	73,64	667,13	168,95	43,32	41,15
	flor	12,29	54,29	5,25	3,68	2,63
140	raízes	61,56	285,12	21,06	8,10	16,20
	caule	76,14	534,60	56,70	22,68	24,30
	folhas	45,82	504,02	17,71	29,23	38,71
	flor	20,59	113,26	11,88	7,92	6,53

que até aos 56 dias é bastante pequena a quantidade de nutrientes extraídos, quando para potássio ocorre um grande aumento de sua absorção. A Figura 1 permite uma melhor visualização do comportamento de cada elemento, nos vários estágios de desenvolvimento das plantas.

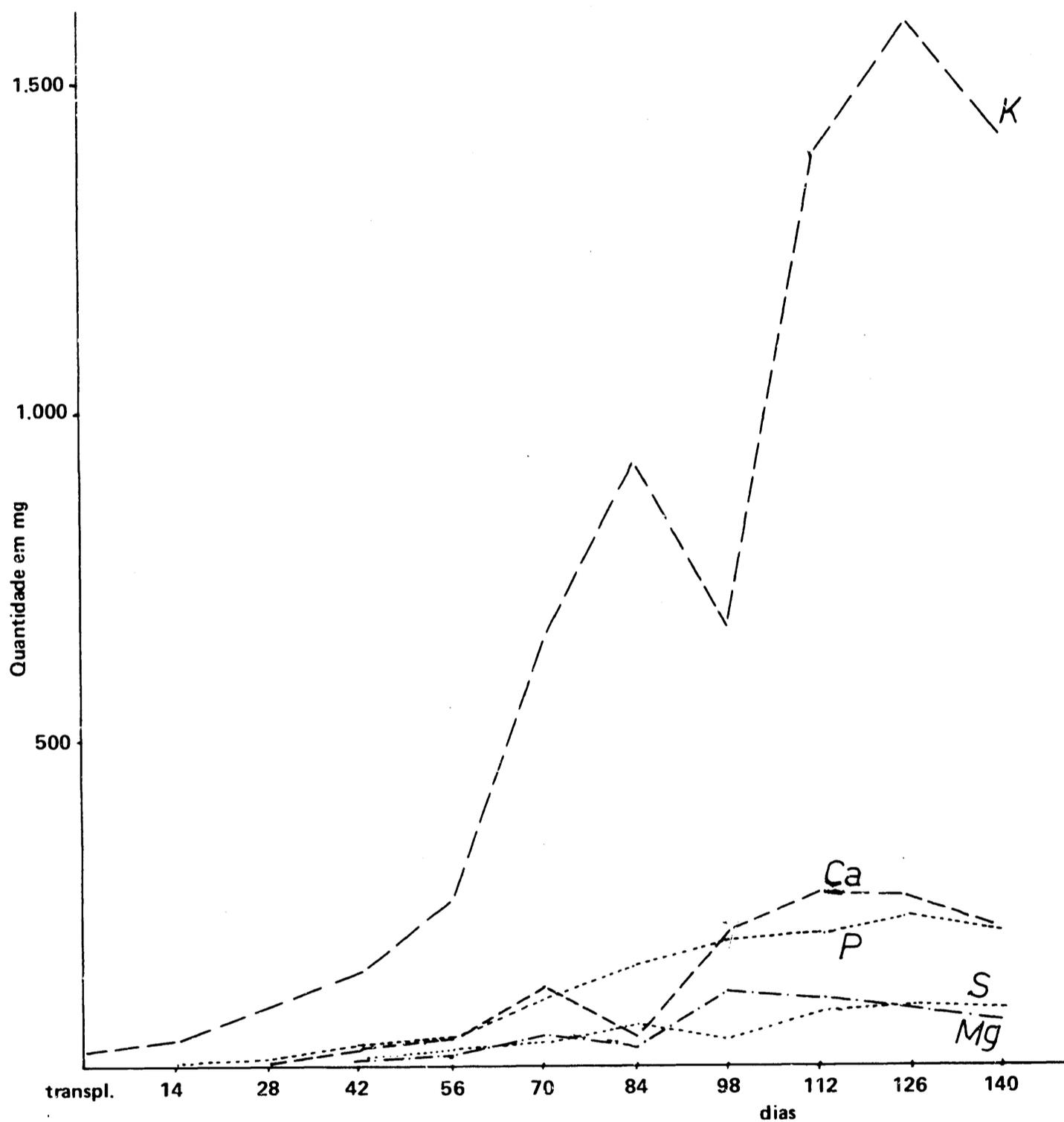


FIG. 1 – Extração de macronutrientes (mg) por uma planta de crisântemo, segundo o estágio de desenvolvimento.

O potássio é absorvido em maior quantidade, seguido pelo cálcio, fósforo, magnésio e enxofre. Maior proporção dos nutrientes é encontrada nas folhas e, por ordem decrescente, no caule, raiz e flor.

Sabendo-se que o sistema de colheita de crisântemo, como flor-de-corte, deve ser feito com hastes longas, ocorre uma grande exportação de nutrientes do meio em que é cultivado. Esta observação é reforçada ao se saber que uma planta chega a produzir várias dúzias de flores.

Na prática, além de adubação no plantio, é feita uma outra aos 60 dias de idade. Pelos dados obtidos no presente trabalho, seria aconselhável antecipar de alguns dias essa adubação.

Após os 126 dias diminui a extração dos macronutrientes estudados, com exceção de magnésio, cuja curva de absorção declina já aos 98 dias após o transplante das mudas.

São as seguintes as quantidades extraídas por uma planta: 231,24 mg P; 1 600,10 mg K; 269,32 mg Ca; 112,77 mg Mg; 90,95 mg S.

Quanto à extração de micronutrientes, o Quadro 12 apresenta as quantidades extraídas por uma planta, em microgramas, nos vários estágios de seu desenvolvimento

Assim como discutido para macronutrientes, também até aos 56 dias foi pequena a absorção de cobre, manganês e zinco, enquanto que para ferro, já aos 42 dias era grande a quantidade extraída.

Manganês e zinco se concentraram mais nas folhas, ao contrário de cobre que foi por igual em toda a planta e de ferro que esteve presente mais nas raízes. A extração de ferro foi decrescente até o final do ciclo, enquanto que cobre e manganês logo aos 98 dias tiveram o máximo de absorção e zinco aos 112 dias.

Observa-se que crisântemo é uma cultura bastante exigente em micronutrientes. As quantidades extraídas por uma planta são: 0,799 mg de cobre; 116,447 mg Fe; 23,348 mg Mn; 14,419 mg Zn.

QUADRO 12 – Quantidade de micronutrientes, em microgramas, presente em várias partes de uma planta de crisântemo.

Idade (dias)	Orgão da planta	Cu	Fe	Mn	Zn
transplante	raízes	3,4	346,1	15,5	21,8
	parte aérea	5,3	442,5	59,1	43,6
14	raízes	6,3	921,0	18,6	22,2
	caule	0,5	39,7	1,2	3,3
	folhas	7,7	1228,9	47,2	49,0
28	raízes	8,1	1398,6	23,2	18,9
	caule	5,6	465,7	10,8	22,4
	folhas	17,7	2650,3	167,6	139,2
42	raízes	7,8	1646,4	38,6	16,8
	caule	13,7	1187,9	59,3	57,0
	folhas	29,7	4946,0	396,0	447,5
56	raízes	4,8	1271,3	50,3	7,4
	caule	30,2	2757,3	250,7	199,3
	folhas	42,1	5108,2	1064,7	1003,9
70	raízes	30,0	9900,0	627,5	205,0
	caule	46,4	3373,2	597,4	396,5
	folhas	104,8	2974,0	3934,3	3381,4
84	raízes	56,2	35816,3	1910,8	1095,9
	caule	123,5	4992,0	689,0	1014,0
	folhas	105,1	10634,6	4140,6	3159,4
98	raízes	205,0	41959,4	4395,2	1402,2
	caule	267,7	11205,2	5731,8	7568,6
	folhas	325,9	10891,5	13220,9	4865,4
112	raízes	248,5	47868,2	2936,7	3170,1
	caule	132,0	7752,0	2436,0	2700,0
	folhas	149,4	9138,3	9669,5	8549,0
126	raízes	319,7	72484,5	3623,0	2154,9
	caule	128,7	4374,4	1948,3	1635,8
	folhas	97,5	13320,9	8793,9	99,8
140	raízes	291,6	98269,2	4293,0	2511,0
	caule	149,6	8540,9	4326,6	1910,5
	folhas	110,6	9306,2	11225,9	5925,0
	flor	43,6	330,7	619,7	241,9

CONCLUSÕES

- a – Foram obtidos sintomas de carência de P, K, Ca, Mg e S;
- b – O desenvolvimento da planta em altura é mais afetado na omissão de cálcio e de potássio;
- c – Plantas com carência de enxofre produzem hastes mais compridas;
- d – Os teores de nutrientes, em folhas inferiores de plantas normais e de plantas deficientes foram:

Nutriente	Folhas de plantas normais	Folhas de plantas deficientes
P%	0,37	0,23
K%	3,08	1,21
Ca%	1,17	0,89
Mg%	0,28	0,07
S%	0,29	0,19

- e – O crescimento do crisântemo intensifica-se a partir de 56 dias após o transplante e é sempre crescente;
- f – O florescimento se dá aos 120 dias após o transplante das mudas;
- g – Numa planta de crisântemo extrai: 231,24 mg de P; 1.600,10 mg de K; 269,32 mg de Ca; 112,77 mg de Mg; 90,95 mg de S; 0,799 mg de Cu; 116,45 mg de Fe; 23,35 mg de Mn; 14,42 mg de Zn;
- h – Crisântemo é uma cultura esgotante de solo.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF ORNAMENTAL PLANTS.
VIII – ABSORPTION AND DEFICIENCY OF NUTRIENTS BY
Chrysanthemum morifolium L., cv. 'Suzuki'

The present work was carried out in order to study:

- a – the effect of omission and presence of P, K, Ca, Mg and S, on the growth of the plants;
- b – the amounts of P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn, absorbed during the growth of the plants.

Chrysanthemum plants were cultivated in pots containing pure quartz and received complet and deficient solutions in which each one of the macronutrients was

omited. When the malnutrition symptoms appeared, the plants were harvested and their dry matter chemically analysed. The absorption of nutrients was studied with the plants cultivated under field conditions. Periodically, plants were harvested and analysed for each nutrient.

The symptoms of deficiencies are discussed and the levels in each part of the plants are presented. A chrysanthemum plant absorbs the following quantities of nutrients: 231.24 mg P; 1,600.10 mg K; 269.32 mg Ca; 112.77 mg Mg; 90.95 mg S; 0.799 mg Cu; 116.45 mg Fe; 23.35 mg Mn; 14.42 mg Zn.

LITERATURA CITADA

- BIDDULPH, O.; CURY, R. & BIDDULPH, S., 1956. The absorption and translocation of sulfur in red kidney beans. *Ol. Physiol., U.S.A.*, 31:28-33.
- BINGHAM, F.T., 1966. Phosphorus. Em: Diagnostic criteria for plants and soils. H.D. CHAPMAN (ed.). University of California, Div. Agric. Sci., California, U.S.A.
- BRANSON, R.L.; SCLARONI, R.H. & RIBLE, J.M., 1968. Magnesium deficiency in out flower chrysanthemums. *Calif. Agric.*, 22(8):13-14.
- BROYER, T.C. & STOUT, P.R., 1959. The macronutrient elements. *Ann. Rev. Pl. Phys.*, 10: 277-300.
- BUKOVAC, M.J. & WITWER, S.W., 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Pl. Physiol., U.S.A.*, 32:428-435.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R. & GARGANTINI, H., 1955. Amostragem de solo. Métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol. nº 69. Inst. Agron. Campinas, SP.
- FERNANDES, P.D. & HAAG, H.P., 1972. Nutrição Mineral de Hortaliças. XXI – Efeito da omissão dos macronutrientes no crescimento e na composição química do pimentão. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", XXIX:223-235.
- GAUCH, H.G., 1957. Mineral nutrition of plants. *Ann. Rev. Pl. Phys.*, 8:31-64.
- HAAG, H.P., 1965. Estudos de nutrição mineral da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), variedade CB 41-76, cultivada em solução nutritiva. Tese (mimeografada), E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.
- HEENEY, H.B.; MILLER, S.R. & CHAN, A.P., 1960. Relationship between plant composition and yield. *Progr. Rep. Hort. Div. Centr. Exp. Fm. Ottawa, 195-198*, pp. 51-2.
- HEWITT, E.J., 1951. The role of the mineral elements in plant nutrition. *Ann. Rev. Pl. Phys.*, 2:25-52.
- HILL, H.; DAVIS, M.B. & JOHNSON, F.B., 1934. Nutritional studies with chrysanthemums. *Sci. Agr.*, 15:110-125.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp. Sta. California. Circ. 347*.
- JOINER, J.N. & SMITH, T.C., 1962. Effects of N and K levels on the growth flowering responses and foliar composition of "*Chrysanthemum morifolium*" Bluechip. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 80:571-580.
- LAURIE, A. & WAGNER, A., 1940. Deficiency in greenhouse flowering crops. *Ohio Agr. Exp. Sta., Bull. 611*.

- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R. & MEDCALF, J.C., 1956. A técnica de análise foliar aplicada no cafeeiro. Insti. Agrônômico, Bol. 79. Campinas, SP.
- LUNT, O.R.; KOFRANER, A.M. & OERTLI, J.J., 1963. Deficiency symptoms and mineral nutrients levels in good news chrysanthemum. The Exchange, 140(15):38-66.
- MESSING, J.H.L. & OWEN, O., 1954. The visual symptoms of some mineral deficiencies on chrysanthemums. Plant and Soil, 5:101-120.
- NIGHTINGALE, G.T.; SCHERMERHORN, L.G. & ROBBINS, W.R., 1932. Effects of sulfur deficiency on metabolism in Tomato. Pl. Physiol., U.S.A., 7:565-595.
- PERKIN ELMER., 1966. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer Corpor. Connecticut, U.S.A.
- TOTH, S.J.; PRINCE, A.L.; WALLACE, A. & MIKKELSEN, D.S., 1948. Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant Tissues by a sistematic procedure involving use of a flame photometer. Soil Sci., 66:459-466.
- ULRICH, A. & OHKI, K., 1966. Potassium. Em: Diagnostic criteria for plants and soils. H.D. CHAPMAN (ed.). Univ. of California, Div. Agric. Sci. California, U.S.A.
- WATERS, W.E., 1964. The effects of soil mixture and phosphorus on growth responses and phosphorus content of *Chrysanthemum morifolium*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 84:588-594.
- WATERS, W.E., 1965. Influence of nutrition of flower production, Keeping quality, disease susceptibility and chemical composition of "*Chrysanthemum morifolium*". Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 86:650-655.