ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E BORO
NO CRISÂNTEMO (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) CULTIVAR
GOLDEN POLARIS.

ANA MARIA LINER PEREIRA LIMA

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo-Brasil
Maio, 1987

Àquele de quem, com certeza e com orgulho,
herdei a vocação que tanto prezo,

O F E R E Ç O

Ao **Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG**, pela orientação e amizade oferecidas em todos os momentos;

À família **SODEYAMA**, em especial, à pessoa do **Sr. TADASHI**, pela dedicação;

À **WALLY LINER**, por todo desvelo;

Ao **Prof. Dr. SALIM SIMÃO**, do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, pelo constante voto de confiança;

Aos professores **Dr. KEIGO MINAMI**, do Departamento de Agricultura e Horticultura e **Dr. RONALDO IVAN SILVEIRA**, do Departamento de Solos, da ESALQ, pelas sugestões;

À **Prof^a. Dr^a. MARIA CRISTINA S. NOGUEIRA**, do Departamento de Matemática e Estatística, e ao **GABRIEL ADRIAN SARRIES**, do CIAGRI, ESALQ, pelo auxílio;

Aos senhores funcionários **LÚCIA HELENA PAVAN**, **LOURDES APARECIDA DARIO**, **MIRTES VENTURA SESSO** e **CLAUDEMIR ANTÔNIO FORMAGGIO**, do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da ESALQ, pela cooperação;

Ao **SETOR DE HORTICULTURA** do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, pela oportunidade;

À **COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES**, pelo apoio,

MINHA GRATIDÃO.

Por todo amor oferecido por **MINHA MÃE**,

MEU MAIS SINCERO RECONHECIMENTO.

ÍNDICE

Página

RESUMO	vii
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Acúmulo de matéria seca	3
2.2. Marcha de absorção	5
2.3. Sintomas de deficiências nutricionais ..	9
2.4. Níveis analíticos	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Ensaio de campo	26
3.2. Ensaio em casa-de-vegetação	31
3.3. Análises estatísticas	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Crescimento	35
4.2. Concentração e acumulação de nutrientes.	40
4.2.1. Nitrogênio	40
4.2.2. Fósforo	46
4.2.3. Potássio	52
4.2.4. Cálcio	58
4.2.5. Magnésio	64
4.2.6. Enxofre	70
4.2.7. Boro	76
4.2.8. Ferro	81

Página

4.2. 9. Manganês	86
4.2.10. Zinco	92
4.2.11. Cobre	98
4.3. Ensaio em soluções nutritivas	104
4.3. 1. Produção de matéria seca	104
4.3. 2. Sintomas de deficiências	107
4.3. 3. Níveis analíticos	114
4.4. Observações gerais	114
5. CONCLUSÕES	123
5.1. Crescimento	123
5.2. Concentração de nutrientes	124
5.3. Acúmulo de nutrientes	124
5.4. Sintomas de deficiências nutricionais ...	125
5.5. Níveis analíticos	126
LITERATURA CITADA.....	127

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E BORO
NO CRISÂNTEMO (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) CULTIVAR
GOLDEN POLARIS.

Candidata: ANA MARIA LINER PEREIRA LIMA

Orientador: Prof.Dr. Henrique Paulo Haag

RESUMO

Com o objetivo de determinar:

1º) - a curva de crescimento do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) cultivar Golden Polaris.

2º) - as concentrações de nutrientes, nos órgãos da planta, em função da idade;

3º) - a acumulação de nutrientes pela planta;

4º) - os sintomas de deficiências de macronutrientes e de boro, de modo a relacioná-los com a composição química da planta,

foram conduzidos dois experimentos a saber:

a) um ensaio de campo, no município de Campinas, em solo tradicionalmente adubado.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com quatro repetições e amostragens das plantas realizadas aos 6, 27, 55, 69, 83, 97, 111 e 125 dias após o plantio, divididas em hastes e folhas para serem analisadas quanto ao teor nutricional.

b) um ensaio, em casa-de-vegetação, com plantas de crisântemo cultivadas em substrato de sílica e irrigadas com soluções nutritivas submetidas aos seguintes tratamentos: completo, omissão de nitrogênio, omissão de fósforo, omissão de potássio, omissão de cálcio, omissão de magnésio, omissão de enxofre e omissão de boro.

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 à concentração dos nutrientes.

Obteve-se as seguintes conclusões:

- o crescimento da planta é constante até o quinquagésimo quinto dia apresentando, a partir desse período, um brusco e contínuo aumento nas hastes até o final do ciclo da cultura e, nas folhas, uma estabilização após o centésimo décimo primeiro dia;

- aos 125 dias da cultura em campo, a quantidade de matéria seca estimada, produzida por planta, nas hastes ,

foi de 17 g (68%) e nas folhas, de 8 g (32%), equivalente a um total de 25 g por planta;

- nas hastes e folhas, as concentrações de nutrientes são instáveis e variam em função da idade da planta;

- as concentrações de nitrogênio, potássio, magnésio, enxofre e ferro diminuem, nas hastes e nas folhas, com a idade da planta, enquanto o teor de fósforo, de pouca variação foliar, aumenta nas hastes e, o de cálcio, diminui nas mesmas, aumentando nas folhas; os elementos boro, zinco e cobre não apresentam tendência característica, mostrando grande variabilidade;

- decorridos 125 dias do plantio, o acúmulo de nutrientes pelas hastes e folhas de uma planta é de: K-689,0 mg; N-458,0 mg; Ca-130,0 mg; Mg-52,0 mg; P-46,0 mg; S-35,0 mg; Mn-11,0 mg; Fe-7,0 mg; Zn-3,0 mg; B-1,3 mg e Cu-1,0mg.

- a sintomatologia de carência de nutrientes aparece, em seqüência, para os elementos N, B, S, K, Ca, P e Mg, sendo mais pronunciada em tratamentos -N, -K, -B e -Ca;

- os níveis de nutrientes nas folhas, sem sintomas de carência, expressos em função da matéria seca, estão na faixa de: 1,92% e 2,25% de N; 0,08% e 0,13% 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; 0,03% de P; 0,42% de K; 0,46% de Ca; 0,48% de Mg;
0,10% de S e 33,07 ppm de B.

ABSORPTION OF NUTRIENTS AND MACRONUTRIENTS AND BORO
MALNUTRITION SYMPTOMS IN CHRYSANTHEMUM
(*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) CULTIVAR GOLDEN POLARIS

Author: ANA MARIA LINER PEREIRA LIMA
Adviser: Prof.Dr. Henrique Paulo Haag

SUMMARY

In order to obtain:

- 1st) growth rate of the chrysanthemum plant;
- 2nd) the concentration of macro and micro nutrients in the organs of the plant, in accordance with its development;
- 3rd) the accumulation of nutrients by the plant;
- 4th) the deficiency symptoms of macronutrients and boro, related to the nutrient levels in the plant;

two experiments were carried out:

- a) field trial: a comercial chrysanthemum plantation was executed at Campinas, in fertilized soil.

Plants (four replications, randomized test) with 6, 27, 55, 69, 83, 97, 111 and 125 days after planting were collected and divided into stems and leaves for macro and micronutrients analysis.

b) greenhouse experiment: chrysanthemums plants were cultivated in pots containing pure quartz and irrigated with nutrient solutions with the follows compositions: with full solution and others lacking N, P, K, Ca, Mg, S and B. After the symptoms were clearly identified, the plants were harvested, divided into young leaves, old leaves, stems and flowers and analysed for the elements.

The main conclusions are:

- the plant growth is constant until the fifty fifth day showing after this period, a quick and continuous increase in the stems until the final cycle culture; in the leaves, the growth was stabilized after the one hundred and eleventh day;
- after 125 days in the field, the quantity of estimated dry matter, produced per plant, in the stems, was 17g (68%) and in the leaves, was 8 g (32%); added together, was equal to 25 g per plant;
- in the stems and leaves, the nutrient concentrations are unstable and vary in accordance with the growth of the plant;

- the concentrations of N, K, Mg, S and Fe diminished in the stems and leaves while the contents of P increased in the stems and Ca, in the leaves. The elements B, Zn and Cu showed a large variation in its contents;

- after 125 days of planting, the accumulation of nutrients by the stems and leaves of a plant is: K-689.0 mg; N-458.0 mg; Ca-130.0 mg; Mg-52.0 mg; P-46.0 mg; S- 35.0 mg; Mn- 11.0 mg; Fe-7.0 mg; Zn-3.0 mg; B-1.30mg e Cu-1.0 mg;

- the malnutrition symptoms appear, in sequence for the elements N, B, S, K, Ca, P and Mg, being more prominent with 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 % 1.18-1.68; Mg % 0.70-0.93; S % - 0.10 - 0.13 and B ppm - 56.5-67.25;

- the levels of nutrients in unsound leaves, expressed in percentage or part per million of dry matter were: N % -0.73; P % -0.003; K % -0.42; Ca % -0.46; Mg % -0.48; S % -0.10 and B ppm -33.07.

1. INTRODUÇÃO

Ornamental cultivada em todo o mundo pela beleza de suas inflorescências, o crisântemo, **Chrysanthemum morifolium** Ramat. ocupa lugar de destaque na comercialização de flores de corte no Brasil (CEAGESP, 1986).

Rica na 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.

Trabalhos realizados, em nosso país, são escassos e informações, quanto ao desenvolvimento da cultura, alterações nutricionais processadas e possíveis distúrbios ocorrentes, constituir-se-iam em ponto de partida para novas pesquisas além de fornecerem aos produtores, subsídios mínimos para o correto manejo das plantas.

Neste propósito, o presente trabalho tem por objetivo, determinar:

- a curva de crescimento da planta, pelo acúmulo de matéria seca;
- as concentrações de nutrientes, nos órgãos da planta, em função da idade;
- a acumulação de nutrientes pela planta;
- o quadro sintomatológico das deficiências de macronutrientes e de boro;
- a concentração dos macronutrientes e de boro, em a planta, na presença e omissão desses nutrientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Acúmulo de matéria seca

O acúmulo de matéria seca durante o ciclo vegetativo do crisântemo tem sido muito pouco pesquisado.

Segundo BOODLEY e MEYER (1965) em estudos desenvolvidos nos Estados Unidos, um dos fatores mais importantes a influir no crescimento do cultivar Bonnafoon Deluxe foi a estação do ano em que a cultura era conduzida. Nesse experimento, desenvolvido no Estado de Nova York, Ithaca, os maiores pesos de matéria seca e fresca das plantas, foram obtidos durante a primavera e o verão, embora, durante o inverno, ocorresse a maior taxa de alongamento (crescimento linear) das plantas.

Em termos relativos, LUNT e KOFRANEK (1958) na Califórnia, nos Estados Unidos, verificaram que os cultivares Albatross e Good News, na maturidade, apresentavam vinte a

vinte e três por cento do peso seco total da parte aérea localizada nas inflorescências.

Na mesma linha de pesquisa, dez anos após, na Inglaterra, em Berkshire, COCKSHULL e HUGHES (1968) trabalhando com o cultivar Bright Golden Anne, observaram que, conforme se processava o desenvolvimento das inflorescências, o peso da matéria seca das demais partes vegetativas permanecia relativamente constante, evidenciando, nas primeiras, a potencialidade em constituírem-se importante local de acúmulo. No intuito de pesquisar a exclusividade das inflorescências como órgãos acumuladores de matéria seca, verificaram que, quando da remoção destas, tanto no estágio de botões como no de flores já desenvolvidas, a taxa de acúmulo de matéria seca, a longo prazo, não era afetada, ao passo que, outros órgãos, como folhas e raízes, é que passavam a acumular tal peso de matéria seca.

WOODSON e BOODLEY (1983) da Universidade de Cornell, no Estado de Nova York, em Ithaca, pesquisaram o cultivar Giant N.4 Indianapolis White, num período de nove semanas, tendo verificado um rápido acúmulo de matéria seca nas folhas e hastes da planta, entre a quarta e a sexta semanas de crescimento, chegando ao máximo durante a oitava semana. Também observaram que, do total acumulado pela parte aérea da planta, entre a oitava e a nona semanas, sessenta e quatro por cento localizavam-se na inflorescência e que esta,

na maturidade, continha vinte e um por cento do total de matéria seca nos tecidos da parte aérea. Baseados em COCKSHULL e HUGHES (1968) os autores também concluíram sobre a capacidade da inflorescência constituir-se em um importante local de acúmulo, mas, por outro lado, os autores americanos discordaram dos ingleses, salientando que, durante o desenvolvimento da inflorescência, as folhas continuaram a acumular uma significativa quantidade de matéria seca, mostrando, inclusive, uma capacidade fotossintética além da demandada pelos órgãos acumuladores.

2.2. Marcha de absorção

Entre as pesquisas referentes à concentração dos minerais durante o desenvolvimento da cultura do crisântemo, um dos primeiros trabalhos a tratar desse assunto foi o realizado por BOODLEY e MEYER (1965) nos Estados Unidos. Os autores basearam-se em alguns dados obtidos por outros pesquisadores - LUNT e KOFRANEK (1958), LUNT et alii (1963) - que, estudando deficiências minerais dos cultivares Albatross, Good News e Betsy Ross, verificaram ocorrer uma alta taxa de acúmulo de nitrogênio e potássio durante as quatro semanas iniciais de desenvolvimento do crisântemo. No intuito de acompanhar a requisição nutricional durante todo o ciclo da

cultura, BOODLEY e MEYER (1965) estudaram o cultivar Bonnaffon Deluxe que foi desenvolvido, em casa-de-vegetação, durante as quatro estações do ano, em vasos com areia e com a solução de HOAGLANDS e ARNON (1950). Semanalmente, as folhas medianas eram coletadas e analisadas para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Os autores verificaram que a estação do ano em que a cultura se desenvolvia, tinha pouca influência no processo de absorção dos nutrientes. Assim, em todas as culturas, observou-se um aumento na porcentagem de nitrogênio foliar durante as quatro semanas iniciais. Após esse incremento, os níveis mostraram-se, praticamente, estáveis ao redor de 4% a 5% com base no peso da matéria seca até o final da cultura.

Para o potássio, a absorção foi semelhante à do nitrogênio, mas, de maior magnitude. Durante as três primeiras semanas de crescimento, o elemento mostrou uma concentração foliar que aumentou de 3,5% a 5,5%, mantendo-se, depois, praticamente constante, até o alto nível de 6% encontrado durante o aparecimento da cor dos botões. Desse período, à época da colheita, houve um decréscimo no conteúdo de potássio das folhas.

O teor dos demais elementos estudados, fósforo, cálcio e potássio, permaneceu, relativamente, inalterado durante todo o ciclo da planta: enquanto a concentração foliar do fósforo variou pouco nas primeiras cinco semanas da cultura, mostran

do tendência de aumentar durante o final do período de crescimento e estabilizando-se, novamente, nas duas últimas semanas, o conteúdo de cálcio e magnésio das folhas mostrou variações não significativas nas primeiras duas semanas de crescimento, mantendo-se, depois, praticamente uniforme. Na ocasião do corte das flores, a concentração foliar, obtida do elemento, era praticamente a mesma verificada durante a segunda semana após o plantio.

Na Flórida, os pesquisadores JOINER e POOLE (1967) trabalhando com crisântemos do cultivar Bluechip, observaram um aumento inicial na concentração foliar de nitrogênio que diminuiu por ocasião do desenvolvimento das flores. Para o fósforo, foi notado um ligeiro progresso durante todo o ciclo das plantas enquanto que o magnésio apresentou um decréscimo inicial em sua concentração para, posteriormente, aumentar no final da cultura. O potássio manteve-se a altos níveis durante todo o ciclo da planta.

FERNANDES *et alii* (1975) em São Paulo, Brasil, estudando a concentração dos elementos: fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, em partes vegetativas do cultivar Suzuki, por um período de cento e quarenta dias, verificaram que, até a época do florescimento, a concentração dos macronutrientes nas raízes, hastes e folhas permanecia praticamente sem modificação. Apenas o fósforo apresentava um aumento significativo no teor foliar, após setenta dias da cul

tura e, o cálcio, que, aos noventa e oito dias, mostrava uma elevação na concentração do elemento obtida nas folhas e nas hastes.

Por ocasião do florescimento, ao redor da décima sétima semana, houve uma redução no teor foliar de todos os macronutrientes analisados. Os autores concluíram que o potássio foi o nutriente mais requisitado pela cultura do crisântemo.

A absorção acentuada de magnésio, na época de formação dos botões florais, também já havia sido observada em um estudo com crisântemo, realizado na Polônia por HOFFMAN e KOMOSA (1972). Os autores verificaram uma maior absorção de nitrogênio e potássio durante os primeiros sessenta dias após o plantio, enquanto o fósforo mostrou-se em altos teores, somente nos trinta dias iniciais, quando, então, diminuiu, passando a acentuar-se o cálcio que permaneceu alto até o final do crescimento.

WOODSON e BOODLEY (1983) na Universidade de Cornell, Estados Unidos, pesquisando o acúmulo e a distribuição do nitrogênio nas partes vegetativas do crisântemo do cultivar Giant nº 4 Indianapolis White, durante o desenvolvimento da cultura, verificaram que, inicialmente, ocorria um acúmulo do mesmo nos tecidos aéreos da planta. Após a sexta semana de crescimento, houve uma diminuição na absorção do elemento, sendo que, desse período até por volta da nona semana, o teor do elemento contido nas hastes das plantas dimi-

nuiu, consideravelmente. Tal fato, concluíram os autores, era devido a uma provável remobilização do elemento para outras partes da planta como: folhas e inflorescências; por outro lado, enfatizaram a importância da disponibilidade do nitrogênio durante estágios iniciais do desenvolvimento das mesmas.

Dados relativos à absorção do boro não foram referenciados na literatura.

2.3. Sintomas de deficiências nutricionais

Deficiência de nitrogênio

MESSING e OWEN (1954) na Inglaterra, trabalhando com alguns cultivares de crisântemos, entre os quais: Sussex Bronze, Rose Harrison, Bronze Harrison, Edith Alston, Annette e Imperial Pink, observaram que os primeiros sintomas da deficiciência do nitrogênio caracterizavam-se por uma perda na coloração das folhas mais velhas além de uma paralização no crescimento das mais novas. Esses sintomas também foram descritos por LUNT e KOFRANEK (1958) em experimento realizado, na Universidade da Califórnia, com os cultivares Albatross e Good News. Os primeiros autores ainda descrevem que, conforme ocorria o desenvolvimento das folhas mais novas, as mesmas

adquiriam uma posição ereta e uma coloração verde-pálida; posteriormente, as folhas mais velhas tornaram-se amarelas com as margens pigmentadas. Puderam também verificar o colorido acastanhado das folhas mais baixas da planta que acabaram por morrer, prematuramente. O crescimento cessava, as hastes tornavam-se lenhosas e as plantas sobreviviam até a época do florescimento, mas, com apenas poucas folhas túrgidas e de coloração esverdeada.

Os botões laterais permaneciam dormentes e a abertura total das flores atrasava de três a cinco semanas.

Além dessa demora no florescimento, GILLY (1977) na França, verificou uma redução no número de flores produzidas e a formação assimétrica das inflorescências. Também foi observada a coloração verde-pálida das folhas e uma menor turgescência. O crisântemo utilizado nesse experimento foi o cultivar Spider Luyona.

ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) em Glasshouse Crops Research and Experiment Station, na Holanda, em um livro com a descrição de sintomas de deficiência e excesso de nutrientes, além do fornecimento de dados analíticos para alguns cultivares, relatam que, além do crescimento sempre limitado, conforme o cultivar, manchas vermelho-acastanhadas podem aparecer nas folhas mais velhas.

Nos casos mais agudos o florescimento atrasava e os ramos flo
ríferos continham inflorescências pequenas e em mínima quantidade.

Deficiência de fósforo

MESSING e OWEN (1954) na Inglaterra, verificaram, inicialmente, ser reduzida a taxa de crescimento e as fo
lhas jovens, apesar de pequenas, colocarem-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 tornavam-se amareladas, em seguida, acastanhadas e, finalmente, se
cavam. O mesmo foi observado por WOLTZ e WATERS (1961) e PENNINGSFELD (1972) nos cultivares Oregon e Delaware.

Outro fato interessante observado pelos primeiros autores, foi o aparecimento de pigmentos vermelho-púrpuras em algumas plantas. A diferença entre cultivares foi apontada também como fator importante na seqüência de apareci
mento dos sintomas: para a maioria testada, a morte das fo
lhas mais velhas processava-se, comparativamente, em maior tempo do que ocorria com algumas delas, entre as quais os cul
tivares Rose Harrison e Sussex Pink. Também para esses culti
vares, o processo de desenvolvimento do quadro sintomatológico ocorria de maneira aleatória enquanto que, nos demais, havia uma seqüência desses efeitos que primeiro eram observados

no ápice dos lóbulos terminais das folhas e, com o tempo, prosseguiram ao longo da nervura principal das mesmas.

Para todos os cultivares foi observado: dormência dos botões laterais, atraso na abertura das flores e menor número de inflorescências.

WATERS (1964) nos Estados Unidos, observou para os cultivares Oregon e Delaware que, em carência de fósforo, as folhas mais velhas alteravam a cor, passando da verde-escura para a vermelha e, desta, para a amarela, até, finalmente, chegarem ao tom castanho que, inicialmente, da região do ápice foliar, se estendia por toda a folha.

FERNANDES *et alii* (1975) em São Paulo, Brasil, 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 apresentavam coloração verde-escura.

Além desses sintomas, o cultivar Luyona, estudado por GILLY (1977) na França, mostrou flores mal formadas e com língulas centrais da inflorescência de coloração acastanhada.

Segundo ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) os sintomas da deficiência de fósforo, são, de início, dificilmente distinguidos; no decorrer da cultura, entre as observava

ções feitas pelos outros autores já mencionados, na Holanda, também foi verificado que, mesmo após as folhas mais velhas tornarem-se amarelas, elas ainda permaneciam presas às hastes.

Deficiência de potássio

Os sintomas de carência de potássio descritos por HILL *et alii* (1934), MESSING e OWEN (1954), JOINER e SMITH (1962) e LUNT *et alii* (1963) consistem, basicamente, em uma clorose marginal das folhas intermediárias, seguida por um crescimento lento e tamanho reduzido de folhas; as flores também apresentam menor tamanho e, em alguns casos, as plantas tendem a antecipar o florescimento. Os autores concluem haver diferenças entre os cultivares na manifestação dos sintomas. Assim, observado por MESSING e OWEN (1954) na Inglaterra, o cultivar Autocrat mostrou, como sintoma inicial de de ficiência de potássio, uma queimadura regular nas margens das folhas, enquanto o cultivar Sussex Bronze apresentou uma necrose irregular com queimaduras pronunciadas nos ápices das folhas. Para o cultivar Imperial Pink estudado pelos autores, a base das folhas foi a primeira região afetada.

FERNANDES *et alii* (1975) no Brasil, com o cultivar Suzuki, observaram um amarelecimento inicial das folhas inferiores que, após um curto período, passaram a apresentar necrose nas extremidades. Foi também notado o aparecimento

de uma coloração arroxeada das nervuras que, aos poucos, estendeu-se por todo o limbo. As folhas superiores da planta pareciam normais, embora, levemente, amareladas.

Um amarelecimento generalizado em todas as folhas das hastes, com leves pontuações mais escuras sem localização definida, foi encontrado por GILLY (1977) no estudo do crisântemo do cultivar Spider Luyona. No final da cultura houve o aparecimento de uma cor acastanhada na borda das folhas e uma assimetria das inflorescências, principalmente em função das flores externas.

Na Holanda, ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) trabalhando com o cultivar Brown Marble, verificaram os seguintes sintomas de omissão de potássio: crescimento severamente restringido, ramos finos e fracos e clorose marginal das folhas que, após alguns dias, passa a ocupar todo tecido entre as nervuras, começando por pequenas manchas que terminam unidas em estágios subseqüentes. Geralmente, as folhas mais velhas são afetadas e morrem; depois, as folhas mais novas apresentam uma queimadura marginal. Os autores também observaram um atraso no florescimento.

Deficiência de cálcio

Segundo MESSING e OWEN (1954) os sintomas da omissão do cálcio são, comparativamente às outras deficiên-

cias, os que demoram o menor tempo para se manifestar. Consistem em uma clorose aguda nas folhas mais novas, seguida, em pouco tempo, por manchas marrons nas margens das folhas. Após um curto período, toda a borda da folha fica bronzeada, ocorrendo um enrolamento das folhas para baixo. Também foi observada a morte da gema apical e uma diferença entre cultivares quanto aos sintomas verificados nas folhas inferiores. Assim, em alguns, essas folhas continuaram a crescer mais do que o normal enquanto que, em outros, além de áreas cloróticas irregulares, as folhas, distorcidas, apresentaram coloração verde-escura e aspecto rijo e quebradiço.

Outros cultivares mostraram diferença quanto à suscetibilidade, à deficiência e à intensidade da clorose nas folhas mais novas. No estudo, os crisântemos dos cultivares Imperial Pink, Sussex Bronze e Sussex Red ficaram com as folhas branco-amareladas e apenas poucas manchas pequenas apareceram antes da folha secar totalmente. Já nos cultivares Rose Harrison, Autocrat e Sussex Pink a clorose não foi tão aguda e manchas marrons, grandes e definitivas, desenvolveram-se ao longo das margens das folhas, acabando por coalescerem.

WOLTZ (1959) em Bradenton, Flórida, pesquisando os cultivares Bluechip, Iceberg e Portrait, constatou que, sob condições de omissão de cálcio, o ápice das plantas secava irreversivelmente e as folhas dispunham-se em 'roseta'; tais folhas eram pequenas, grossas e recurvadas na região dis

tal. O autor notou a relação da deficiência do elemento com a duração da flor que foi pequena quando comparada a plantas bem supridas em cálcio.

No cultivar Suzuki houve um amarelecimento progressivo das folhas inferiores da planta, como observaram FERNANDES et alii (1975). As nervuras tiveram as extremidades arroxeadas e, além do secamento marginal de algumas folhas, também foram notadas folhas novas cloróticas e de reduzido tamanho.

Os autores GILLY (1977) na França, e ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) na Holanda, concordam em afirmar que, além dos problemas nas folhas, observados por outros pesquisadores, na ausência do elemento, ocorrem também danos às flores que medram em número reduzido, com lígulas mal formadas e es-curecidas.

Deficiência de magnésio

MESSING e OWEN (1954) na Inglaterra, observa-ram que o crescimento é afetado de maneira diferente em fun-ção da idade que as plantas possuem quando o elemento se faz deficiente. Assim, em plantas já desenvolvidas, o crescimen-to é menos afetado pela falta de magnésio do que em plantas novas. Estas, além de manifestarem os sintomas da deficiên-

cia dentro de um curto período de tempo, ainda apresentam os internódios encurtados e não produzem flores.

Os pesquisadores também verificaram a possibilidade dos sintomas de omissão do nutriente virem a manifestar-se através de três maneiras distintas:

1ª. uma clorose internerval de tonalidade vermelho-apurpurada nas folhas velhas e medianas da planta que, depois, tornam-se bronzeadas e morrem (caso dos cultivares Sussex Red e Sussex Bronze).

2ª. perda geral da cor, na folhagem, com posterior amarelamento das folhas mais velhas; rapidamente, aparecem áreas bronzeadas irregulares que secam em seguida (caso dos cultivares Rose Harrison e Sussex Pink).

3ª. as folhas velhas perdem a coloração e, em algumas delas, aparecem áreas avermelhadas; logo depois, toda a área internerval das folhas velhas e medianas ficam recobertas por pequenas manchas circulares castanhas que, embora não aumentem, escurecem e secam (caso do cultivar Imperial Pink).

Observando tais indícios característicos a alguns cultivares, os citados autores concluíram que, embora as aparências das deficiências de magnésio se manifestem de uma maneira repentina para todos eles, os efeitos dessas insuficiências diferem, largamente, entre os diferentes cultivares.

Na Dinamarca, GÖRTZ (1968) encontrou sintomas da falta de magnésio mais intensos para o cultivar 'BGA Dark Bronze Sceptre' do que para 'BGA Festival'. Em ambos os exemplares ocorreram redução de 20% na altura das plantas, diminuição no tamanho das inflorescências e produção menor.

BRANSON et alii (1968) da Universidade da California, em Riverside, no intuito de estudar os efeitos da omisão de magnésio em plantas de crisântemo, puderam observar um amarelecimento internerval, que progredia para uma pigmentação púrpura-avermelhada, nas margens das folhas mais velhas. Próxima à época do florescimento, uma clorose foliar ocupava a maioria das folhas e o número de botões era reduzido. Nesta pesquisa, desenvolvida nos Estados Unidos, os cultivares estudados foram: Iceberg, Indianapolis, Lavander Queen, White Spider, Copperhead, Bunbu e White Albatross.

FERNANDES et alii (1975) em São Paulo, Brasil, verificaram que sob condições de deficiência de magnésio, o cultivar Suzuki mostrava um amarelecimento total nas folhas basais, nas medianas e, ainda, nas brotações laterais. Embora as folhas superiores também apresentassem manchas amarelas, essas eram distribuídas sobre um fundo verde-escuro e brilhante.

GILLY (1977) em estudo com o crisântemo do cultivar Spider Luyona observou coloração esmaecida e pontos

marrons sobre as folhas mais velhas, mas, sem haver dessecação. Notou que, aproximadamente dez dias antes da colheita, ocorria um avermelhamento das folhas inferiores. Tal coloração de folhas é característica a certos cultivares que, muitas vezes, permanecem com as nervuras verdes - ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980).

Deficiência de enxofre

Os estudos nutricionais sobre a deficiência mineral de enxofre na cultura do crisântemo, ainda são mais escassos. A primeira observação da qual se tem notícia, foi realizada por Laurie e Wagner, em 1940, citadas por ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980). Nessa pesquisa, foi observado que os sintomas da 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.

FERNANDES *et alii* (1975) em São Paulo, Brasil, ao submeterem o cultivar Suzuki a condições de omissão de enxofre, notaram apenas uma clorose geral e um maior alongamento da parte aérea da planta.

ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) na Holanda, trabalhando com o cultivar Shoemith, observaram manchas ne-

cróticas nas folhas mais velhas e, em casos mais graves da falta do elemento, além da morte prematura das folhas afetadas, uma supressão do florescimento.

Os autores concluíram que os sintomas de deficiência do enxofre assemelham-se muito àqueles da de nitrogênio.

Deficiência de boro

Um dos primeiros trabalhos de pesquisa sobre os sintomas de deficiência nutricional de boro, foi o desenvolvimento por MESSING e OWEN (1954) em Hertfordshire, na Inglaterra.

Os autores, então, verificaram que as primeiras conseqüências manifestaram-se três a quatro semanas após a omissão do elemento, sempre nas folhas mais novas, que se tornavam cloróticas. Os demais efeitos caracterizavam-se pela posição ereta adquirida pelas folhas de alguns cultivares, por internódios extremamente curtos e por folhas novas muito pequenas. Em alguns casos, quando a falha ocorria já com a planta formada, as folhas adquiriam uma forma distorcida, arqueando-se para trás, de maneira que o ápice foliar quase tocava o pecíolo; tais folhas podiam ser numerosas, mas, eram coriáceas e quebradiças.

Entre as nervuras, podia ocorrer uma clorose e, em alguns cultivares, desenvolvia-se uma coloração vermelho-apurpurada. Nesse trabalho, os pesquisadores concluíram que o efeito mais importante da omissão do elemento relacionava-se a características da inflorescência, sendo que, em determinados cultivares como Monument, por exemplo, ela pode chegar a não ser formada.

Assim, um dos efeitos mais característicos manifesta-se por um enrolamento das lígulas que adquirem conformação tubular, sendo que, em alguns cultivares o tamanho da inflorescência torna-se extremamente reduzido. Os cultivares Edith Alston, Annette, Sussex Bronze, Market Gold e Imperial Pink mostraram, além de uma encurvadura pronunciada das lígulas, também um aspecto consistente das inflorescências que, após exame mais minucioso, mostraram alterações profundas na forma, textura e brilho das lígulas. Os mesmos sintomas foram observados por WOLTZ (1959) em estudo com os cultivares Bluechip, Iceberg e Portrait, nos Estados Unidos.

PENNINGSFELD (1972) em Munique, Alemanha Ocidental, com o cultivar Yellow Delaware e BUNT (1973) em Sussex, Inglaterra, com os cultivares Golden Princess Anne, Tuneful, Mermaid e Dark Red Star, ambos trabalhando com substratos à base de turfa, observaram a formação de flores extremamente alteradas quando sob condições de carência de boro.

BOODLEY e SHELDRAKE (1973) da Universidade de Cornell, na América do Norte, estudando o crisântemo do cultivar Indianapolis White, concluíram que a deficiência de boro, manifestada, rápida e progressivamente, por um escurecimento das língulas periféricas da inflorescência, é um dos fatores mais graves a prejudicar sua comercialização nos Estados Unidos.

ADAMS et alii (1975a, 1975b) com o cultivar Hurricane desenvolvido em substrato misto de turfa e areia, observaram formação de pétalas enrugadas na inflorescência quando o micronutriente era omitido. Deduziram que, além dos efeitos negativos, quando ausente, o boro acentua a deficiência de cobre, atrasando o florescimento.

Outros autores - GILLY (1977), ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) - referem-se às deficiências nutricionais do boro, chamando principalmente a atenção para aspectos como: entrenós curtos, suberização da nervura principal sobre a face ventral das folhas, ausência ou não de florescimento e, muitas vezes, escurecimento pronunciado na base das corolas.

2.4. Níveis analíticos

A utilização de níveis analíticos deverá ser benéfica na condução da cultura quando não haja sintoma visí

vel de deficiência do elemento ou quando se deseje confirmar a causa de um suspeito sintoma de deficiência nutricional; en tretanto, 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 e SMITH, 1962; FERNANDES *et alii*, 1975; GILLY, 1977).

Segundo NISHOMOTO *et alii* (1975) da Universidade do Havai, parte dessa variabilidade pode ser atribuída à coleta de amostragem em diferentes fases do crescimento da planta, mas, enfatizam, junto a outros autores, a importância de se observar as mudanças ocorrentes no conteúdo nutricional durante todo o ciclo da cultura (JOINER, 1964; BOODLEY e MEYER, 1965; KAZIMIROVA, 1972; KAZIMIROVA, 1976; HERSHEY e PAUL, 1981).

Outro fator que contribui para a variabilidade entre os valores citados em literatura refere-se à exigência diferencial entre os diversos cultivares pesquisados e, segun do concordam alguns autores, HILL *et alii* (1934) , WATERS (1964), BUNT (1973), tais cultivares deveriam ser agrupados em função dos diferentes níveis exigidos.

Visando facilitar o entendimento do que foi co mentado, encontram-se, na tabela 1, valores analíticos de macro e micronutrientes determinados pelos pesquisadores em diversos cultivares de crisântemo, em diferentes épocas de amos tragem e órgãos da planta.

TABELA 1. Níveis analíticos de macronutrientes (%) e de micronutrientes (ppm), determinados por alguns pesquisadores na cultura do crisântemo, em diferentes épocas do ciclo e órgãos da planta.

CULTIVAR(ES)	ÓRGÃO(S) AMOSTRADO(S) E ÉPOCA(S)	PAÍS	MACRONUTRIENTES (%)					MICRONUTRIENTES (ppm)					AUTORES E ANO	
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn		Zn
Mrs. Dewey	Folhas velhas Final do ciclo	EUA	4,3-4,9	-	6,0-7,1	1,5-1,9	-	-	-	-	-	-	-	ASEN e WILDON, 1953
Forty-niner, Goldsmith	Folhas velhas Formação de botões	EUA	4,5-5,0	0,4	4,0-6,0	0,27	0,35	-	75	35	200	200	150	WOLTZ, 1956
Albatross, Good News	Folhas velhas Crescimento intensivo	EUA	4,0-4,5	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	LUNT e KOFRANEK, 1958
Bluechip	Folhas velhas Final do ciclo	EUA	4,0-5,0	0,7-1,2	6,0-6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	JOINER e SMITH, 1962
Oregon, Delaware	Folhas velhas Inflorescências Final do ciclo	EUA	3,5-4,5 1,5	-	3,5-6,0 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	WATERS, 1962
Oregon, Delaware	Folhas velhas Crescimento intensivo	EUA	3,8-4,1	0,50	5,0-6,0	-	0,20	-	-	-	-	-	-	WATERS, 1964
Bluechip, Iceberg	Folhas recém-amadurecidas Inflorescências Final do ciclo	EUA	3,5-4,5 1,5	-	3,5-6,0 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	WATERS, 1965
White Albatross	Folhas velhas 8 semanas antes do florescimento	EUA	-	-	4,8	-	0,10	-	-	-	-	-	-	BRANSON et alii, 1968
Indianapolis Yellow	Folhas novas 6 semanas após plantio	EUA	-	-	-	0,45	0,17	-	-	-	-	-	-	HENLEY, 1968
Giant Betsy Ross	Folhas velhas Início da cultura	EUA	-	-	-	-	-	-	-	6,7-7,4*	-	-	-	NELSON, 1971
Papakha Plyvushchie Oblaka	Folhas novas Crescimento intensivo	USSR	2,8-2,9 3,2-3,6	0,5-0,6 0,5-0,6	2,7-3,4 3,4-4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	KAZIMIROVA, 1972
Giant Indianapolis White Nº 4	Folhas velhas Florescimento	EUA	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	BOODLEY e SHELDRAKE, 1973
Golden Princess Anne	Folhas novas Florescimento	GB	4,4	-	4,4	-	-	-	-	20,5	-	-	-	BUNT, 1973
Hurricane Pollyanne	Folhas velhas Folhas novas Plantio	EUA	-	-	-	-	-	-	-	10,8 16,2-18,9	-	-	-	GRAVES e SUTCLIFFE, 1974
Hurricane	Folhas velhas Florescimento	EUA	-	-	-	-	-	-	20-25*	1,8-2,8*	102-128*	-	7*	ADAMS et alii, 1975
Suzuki	Folhas velhas Final do ciclo	BR	-	0,37	3,08	1,17	0,20	0,29	-	-	-	-	-	FERNANDES et alii, 1975
Spider cv Luyona	Folhas novas Final do ciclo	FR	3,1	0,22	5,0	1,6	0,19	-	31	-	-	-	-	GILLY, 1977
Spider ^{a,b,c,e,g,h,i,j} , Hurricane ^{a,j} , Pink Marble ^{a,d} , Delaware ^g , Yellow Indianapolis ^h , Marble ^b , Brown Marble ^c , Elzas ⁱ , Bonnie Jean ^d , Shoesmith ^f	Folhas novas Crescimento intensivo	NL	4,25 0,98*	0,46 0,18*	5,35 1,95*	1,4 1,0*	0,50 0,14*	0,48 0,25*	61,5 25*	17,1 10*	236 139,5*	225 20*	92,21 7,19*	ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE, 1980

Pode-se observar que, embora o estudo nutricional com o crisântemo tenha sido iniciado na década de trinta, com o trabalho de HILL et alii (1934), ainda são poucos e recentes os trabalhos, em todo o mundo, a pesquisar níveis analíticos de macro e micronutrientes fundamentais ao sucesso da cultura, sendo um dos primeiros, o de ASEN e WILDON (1953) realizado nos Estados Unidos. Aliado a isso, na análise da tabela 1, nota-se uma variação muito grande entre órgãos amostrados, épocas de amostragem, cultivares pesquisados e, principalmente, níveis de órgãos semelhantes, tanto para cultivares diferentes, como para os mesmos cultivares. A maior parte desses estudos tem sido feita nos Estados Unidos que, como os demais países interessados em dados quantitativos e qualitativos da cultura, dão maior enfoque à pesquisa dos cultivares de maior comercialização em seus domínios territoriais.

Outro ponto de grande realce é que, além do pequeno número de trabalhos, os poucos existentes, com exceção dos estudos de WOLTZ (1956) e ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980), pesquisam, apenas, alguns elementos da cultura, sendo que, desses, o nitrogênio e o potássio entre os macronutrientes e o boro e o cobre entre os micronutrientes, é que vêm recebendo maior atenção. Níveis analíticos do elemento enxofre, de conhecida importância à cultura, quase inexistem nas pesquisas realizadas, sendo o trabalho de FERNANDES et alii (1975), realizado em Piracicaba, Estado de São Paulo, além de pioneiro no Brasil, na área nutricional do crisântemo, ainda um dos poucos a referir-se, mundialmente, a níveis do elemento enxofre para a cultura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se mudas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) cultivar Golden Polaris, anteriormente enraizadas em substrato de casca de arroz carbonizada. O cultivar Golden Polaris caracteriza-se por apresentar rápido crescimento, pouca sensibilidade ao frio e inflorescências de coloração amarela (GLÖCKNER, 1985); é também cultivado para obtenção de inflorescências comercializadas aos maços e em vasos.

3.1. Ensaio de campo

Foi conduzido no município de Campinas, Estado de São Paulo, em propriedade rural de produtores de crisântemo.

Cinco meses antes do plantio, procedeu-se à amostragem do solo para análise química, de acordo com os métodos descritos por RAIJ e ZULLU (1977), cujos resultados são apresentados na tabela 2.

TABELA 2. Resultado da análise química da camada arável (20 cm) do solo na área experimental.

	pH (H ₂ O)	C%	Pug/ml*	emg/100ml/TFSA					CTC	V%
				K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺		
	1:2,5									
Amostra	5,7	0,37	15,05	0,42	3,20	0,79	0,18	2,92	7,51	58,72

* H₂SO₄ 0,05N

Objetivando melhorar as propriedades químicas do solo, foi incorporado, à área de plantio, hidróxido de cálcio e magnésio, numa dosagem equivalente a 500 kg/ha.

As mudas de crisântemo foram distribuídas em canteiros de trinta metros quadrados, perfazendo uma densidade de sessenta e quatro mudas por metro quadrado, cuja população, por hectare, correspondia a 467.700 plantas. Tal quantidade foi obtida através do cálculo da fórmula:

$\text{n}^\circ \text{ de plantas/m}^2 \times \% \text{ da área} \times \text{largura do canteiro (m)} \times 1 \text{ ha,}$
 ocupada pela cul- largura do canteiro
 tura, livre da acrescida das suas la
 área para circula- terais (m)
 ção geral

onde:

número de plantas/m² = 64

% da área ocupada pela cultura, livre da área
para circulação geral = 95

largura do canteiro = 1,00

ruas laterais = 0,30 m

A cultura contou com as adubações tradicionais, normalmente realizadas em pré-plantio e cobertura, cujos períodos, formulações e dosagens encontram-se relacionados na tabela 3.

TABELA 3. Adubações realizadas na cultura do crisântemo 'Golden Polaris' em área total de 30 m² e por planta.

PERÍODO	FORMULAÇÃO	DOSAGEM (g)	PLANTA (g)
Plantio	4-18-8	2 400	1,250
7º dia	10-14-10	1 200	0,625
21º dia	4-14-8	1 200	0,625
49º dia	10-14-15	900	0,468

* à base de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio

O elemento boro foi fornecido durante alguns períodos do ciclo da cultura, encontrando-se especificado na tabela 4.

TABELA 4. Fornecimento de boro* à cultura do cultivar Golden Polaris, em experimento ao campo (via não radicular).

DIAS	10º	50º	112º
DOSAGEM (em 500 l/ha)	250 g	1 500 g	2 000 g

* tetraborato de sódio

De maneira semelhante ao experimento em casa-de-vegetação, no dia seguinte ao plantio das mudas, o fotope

riodo da cultura foi prolongado, diariamente, até o trigésimo quinto dia, das 17:00 às 21:00 horas. Após esse período, as plantas foram submetidas a um escurecimento diário até a décima segunda semana (83º dia), para indução do florescimento, das 16:30 às 6:30 horas.

O controle de pragas e doenças foi realizado, preventiva e periodicamente, com pulverizações de Ditane M-45¹, Coprantol², Sapro³, Cymbush 825⁴, Folidol⁵, Omite⁶, Benlate⁷ e Cercobin 700⁸.

Por volta do quinquagésimo dia, procedeu-se à eliminação do botão central das hastes florais, de modo a favorecer o desenvolvimento dos demais.

Paralelamente aos intensivos tratos exigidos pela cultura, durante todo o ciclo da planta, foram realiza-

-
1. Mancozeb (Etileno bisditiocarbamato de manganês com zinco)
 2. Oxicloreto de cobre
 3. Triflorine N,N'-[1,4 Piperazinediyl-bis (2,2,2-trichloroethylidene) } - bis- formamide
 4. {alfa-ciano-3-fenoxibenzil 2,2-dimetil-3-(2,2-diclorovinil ciclopropano carboxilato }
 5. Dimetyl paranitrofenil tiofosfato
 6. [2-(p-ter-butylfenoxi) ciclohexil 2-propinil sulfito]
 7. Benomyl (Metil benzimidazol carbamato)
 8. Tiofanato metílico

das algumas amostragens, sendo a primeira, seis dias após o plan tio das mudas, sempre entre plantas competitivas e nas quatro repetições estabelecidas. As demais coletas foram efetuadas no vigésimo sétimo, quinquagésimo quinto, sexagésimo nono, oc togésimo terceiro, nonagésimo sétimo, centésimo décimo primei ro e centésimo vigésimo quinto dias, respectivamente. Cada amostra constou de um número variável de plantas, dependen do do desenvolvimento da cultura, sendo que, em nenhuma oca-
sião retirou-se menos de duas plantas por coleta.

As plantas eram colhidas do canteiro e levadas ao laboratório para, após lavagem em água destilada e desmine-
ralizada, serem separadas em folhas e hastes. Posteriormente, foram expostas à secagem, em estufa, para determinação do pe-
so da matéria seca. Finalmente, procedeu-se à moagem do mate-
rial e à análise química de macro e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, segundo os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

3.2. Ensaio em casa-de-vegetação

As mudas de crisântemo com, aproximadamente, dez centímetros de altura, tiveram suas raízes lavadas em água destilada para eliminar quaisquer resíduos do substrato de en raizamento, 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 dos tratamentos, 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.

Anteriormente ao emprego das soluções, visando remover os nutrientes do quartzo, passou-se água, em abundância, pelo interior dos vasos e iniciou-se o ensaio, cinquenta e um dias após o plantio. 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 (das 17:00 às 7:00 horas), até a décima sexta semana (110^a dia).

Dez dias após a redução do fotoperíodo, quando os botões já se faziam evidentes, o botão central do ramo florífero 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 SAR-RUGE e 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.

3.3. Análises estatísticas

O delineamento estatístico utilizado nos ensaios de campo e de casa-de-vegetação foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

Foi realizada a análise da variância dos resultados obtidos, referentes à produção de matéria seca, concentração de macronutrientes e de boro pelos órgãos das plantas, em diferentes estádios de seu desenvolvimento.

A comparação entre médias das concentrações de nutrientes e produção de matéria seca foi feita através do teste de Tukey, ao nível de cinco por cento de probabilidade.

A análise de regressão para as quantidades acumuladas de nutrientes e matéria seca das plantas, em função das épocas após plantio, foi obtida através de polinômios ortogonais. A escolha das equações foi efetuada em função do maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e do componente mais elevado, significativo ao nível de, no máximo, cinco por cento de probabilidade pelo teste F.

Vale salientar que, em alguns casos, as equações de regressão não se ajustaram, perfeitamente, aos dados obtidos, apesar da alta significância encontrada, por terem apresentado pontos de acúmulos negativos dentro do período estudado. Tal fato contrariou a realidade biológica da planta, já que os valores reais obtidos, em todos os casos, foram sempre positivos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento

Como indicadores de crescimento da planta foram utilizados os dados de produção de matéria seca, analisando-se o acúmulo obtido nas folhas e hastes da mesma, em função de sua idade. Os resultados são apresentados nas tabelas 5 e 6 e ilustrados nas figuras 1, 2 e 3.

O acúmulo de matéria seca, nas hastes das plantas, apresentou crescimento, segundo uma equação de regressão de 2º grau.

Através da tabela 5, verifica-se que o acúmulo de matéria seca nas hastes e nas folhas foi, relativamente, lento até o quinquagésimo quinto dia após o plantio. A partir desse período, aumentou, rapidamente, o crescimento, passando do valor de 0,50 grama para 3,48 gramas por planta, aos sessenta e nove dias. Entretanto, embora houvesse outro

período de aumento considerável, o maior incremento de trinta por cento, ocorreu entre o nonagésimo sétimo e o centésimo décimo primeiro dia. Nessa ocasião, por volta da décima sexta semana (111^o dia), as hastes haviam acumulado oitenta por cento do valor final, de 16,40 gramas por planta, ao término do ciclo.

A quantidade de matéria seca produzida pelas folhas, ajustou-se a uma equação de primeiro grau (figura 2) e mostrou variação na quantidade acumulada nos sexagésimo nono e centésimo décimo primeiro dias. Os aumentos mais acentuados, ocorreram do quinquagésimo quinto para o sexagésimo nono dias e do nonagésimo sétimo para o centésimo décimo primeiro dias respectivamente.

Por ocasião da última coleta, o acúmulo de matéria seca pelas folhas era de 8,36 gramas por planta. Enquanto isso, o acúmulo de matéria seca nas hastes e nas folhas das plantas foi sempre crescente, obedecendo a uma equação quadrática conforme se apresenta na figura 3. Até a décima segunda semana, por volta do octogésimo terceiro dia, a maior contribuição para tal acúmulo foi devida às folhas, mas, a partir daí, as hastes é que assumiram papel dominante, chegando, ao final do ciclo, a acumularem sessenta e sete por cento do total obtido de 24,52 gramas por planta. Tal quantidade correspondeu a 11,4 t/ha de matéria seca para uma população de 467.700 plantas.

TABELA 5. Produções médias de matéria seca pelas hastes e folhas da planta, em gramas por planta e quilogramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	g/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	0,16e*	0,25c	0,41d	74,83	116,92	191,75
27	0,32e	0,78c	1,10d	149,66	364,80	514,47
55	0,50e	1,07c	1,57cd	233,85	500,44	734,28
69	3,25d	4,26b	7,51bcd	1520,02	1992,40	3512,42
83	4,62d	4,81b	9,43bc	2160,77	2249,64	4410,41
97	8,26c	5,04b	13,31b	3863,20	2357,21	6220,41
111	13,16b	8,36a	21,52a	6154,92	3909,97	10064,90
125	16,40a	8,12a	24,52a	7670,28	3797,72	11468,00
d.m.s. (Tukey 5%)	0,40	1,76	8,02			
C.V. (%)	42,15	35,70	34,53			

* Médias seguidas de letras não comuns representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) referentes à produção de matéria seca pelas hastes e folhas das plantas.

Órgão da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 0,9638 - 0,0968x + 0,0018x^2$	99,10
Folhas	$\hat{Y} = -1,1848 + 0,0736x$	89,98
Total	$\hat{Y} = 0,8474 - 0,0736x + 0,0022x^2$	98,03

x - Representa o número de dias após o plantio.

y - Representa a estimativa do peso da matéria seca, em gramas, por planta.

Figura 1. Produção de matéria seca, em gramas/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 2. Produção de matéria seca, em gramas/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 3. Produção de matéria seca, em gramas/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Embora haja restrições em se comparar cultivares distintos, WOODSON e BOODLEY (1983) no Estado de Nova York, também observaram um rápido acúmulo de matéria seca nas folhas e hastes do cultivar Giant N. 4 Indianapolis White, próximo ao final do ciclo. Aliado a isso, no presente trabalho, ficou evidenciado o acúmulo de matéria seca pelas folhas da planta, durante o desenvolvimento das inflorescências, alertado pelos referidos autores.

4.2. Concentração e acumulação de nutrientes

4.2.1. Nitrogênio

4.2.1.1. Concentração

Os resultados analíticos referentes à concentração de nitrogênio nas hastes e folhas, em função da idade da planta, são apresentados na tabela 7.

Na análise dessa tabela, observa-se que a concentração de nitrogênio, tanto nas hastes como nas folhas, variou com a idade da planta. Nas hastes verifica-se, pela tabela 7, a redução em quase metade dessa concentração durante o período de estudo, passando do valor de 2,41% no sexto dia para 1,25% no centésimo vigésimo quinto dia após o plantio. WOODSON e BOODLEY (1983) trabalhando com o cultivar Giant nº 4 Indianapolis White, na Universidade de Cornell, encontraram resultados semelhantes, num ciclo de nove semanas, concluindo que a diminuição do teor de nitrogênio das hastes após a sexta semana de crescimento era devida, provavelmente, a uma remobilização do elemento para outras partes da planta.

Nas folhas da planta, de concentração nitrogenada sempre superior à das hastes, foi observado um aumento na porcentagem do nitrogênio durante a quarta semana (27º dia), tornando-se, a partir daí, sempre decrescente até atingir o valor de 3,13% no final do ciclo.

TABELA 7. Concentrações médias de nitrogênio , em porcentagem da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Orgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	2,41a	3,92b
27	2,49a	4,25a
55	1,70bc	3,88bc
69	1,30cd	3,72bc
83	1,74b	3,59cd
97	1,37bcd	3,33de
111	1,20d	3,32de
125	1,25d	3,13e
d.m.s. (Tukey 5%)	0,40	0,31
C.V. (%)	20,25	7,14

Os resultados encontrados concordam, parcialmente, com aqueles obtidos por BOODLEY e MEYER (1965) nos Estados Unidos, para o cultivar Bonnaffon Deluxe, quanto ao incremento na porcentagem do nitrogênio foliar durante o primeiro mês de experimento. Entretanto, após tal período, a concentração tornou-se estável, a um alto valor de 4,5%, maior que a do experimento em questão, até o final do ciclo da cultura.

4.2.1.2. Acúmulo

Os resultados obtidos sobre o acúmulo de nitrogênio nas hastes e folhas das plantas, em função da idade, acham-se expostos nas tabelas 8 e 9 e nas figuras 4, 5 e 6.

Nas hastes, constatou-se, que a acumulação de nitrogênio cresceu, sempre, com a idade da planta, ajustando-se a uma equação de segundo grau. As quantidades médias acumuladas variaram de 3,63 mg a 204,17 mg por planta, no período dos seis aos cento e vinte e cinco dias após o plantio.

As folhas acumularam nitrogênio, segundo uma equação de regressão de primeiro grau, e mostraram dois períodos distintos durante o tempo em que as plantas eram cultivadas: um, do sexto ao quinquagésimo quinto dia após plantio e, outro, do sexagésimo nono ao centésimo vigésimo quinto, onde alcançaram o valor médio de 253,59 mg por planta. A distinção entre tais períodos, coincidiu, por volta do quinquagésimo quinto dia, com um relativo aumento na produção da matéria seca foliar.

O total, referente ao acúmulo de nitrogênio nas hastes mais folhas da planta, no final do período estudado, atingiu uma média de 457,76 mg por planta, correspondendo a um valor estimado pela equação de regressão de 205,00 kg de nitrogênio por hectare. Esse total não apresentou uma variação acentuada nas últimas quatro semanas de desenvolvimento

TABELA 8. Acúmulos médios de nitrogênio nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (467700 plantas/ha).

Dias após o plantio	mg/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	3,63e	9,81b	13,44e	1,69	4,58	6,28
27	7,74de	33,30b	41,04de	3,61	15,54	19,19
55	8,56de	42,50b	51,06de	4,00	19,87	23,88
69	44,98cde	168,10a	213,08cd	21,03	78,62	99,65
83	80,27bcd	175,47a	255,74bc	37,54	82,06	119,60
97	116,17bc	168,10a	284,27abc	54,33	78,62	132,95
111	154,74ab	277,45a	432,19ab	72,37	129,76	202,13
125	204,17a	253,59a	457,76a	95,49	118,60	214,09
d.m.s. (Tukey-5%)	76,21	117,90	173,83			
C.V. (%)	42,00	35,36	33,77			

TABELA 9. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de nitrogênio nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 8,5958 - 0,7967x + 0,0191x^2$	99,19
Folhas	$\hat{Y} = -26,2093 + 2,3349x$	88,43
Total	$\hat{Y} = -70,6134 + 4,0372x$	91,12

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de nitrogênio em mg/pl.

Figura 4. Acúmulo de nitrogênio, em mg/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 5. Acúmulo de nitrogênio, em mg/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 6. Acúmulo de nitrogênio, em mg/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

das plantas (97º dia), o que, aliado à não variação, também observada, em maior intensidade para o acúmulo nas folhas, durante as nove últimas semanas, reforça as suposições de WOODSON e BOODLEY (1983) que, em pesquisa com o cultivar Giant nº 4 Indianapolis White, sugeriram que o nitrogênio acumulado nas folhas seria, possivelmente, translocado para o desenvolvimento das inflorescências, continuando, contudo, sua acumulação total, mas, a taxas menos pronunciadas.

4.2.2. Fósforo

4.2.2.1. Concentração

Os valores da concentração de fósforo nas hastes e folhas da planta, em diferentes estádios de desenvolvimento, são expostos na tabela 10.

O teor de fósforo nas hastes apresentou um aumento na quarta e oitava semanas de cultivo (27º e 55º dias) e também, por volta da décima quarta semana (97º dia). Nos demais períodos, manteve-se sem alteração, chegando, ao final do ciclo, com uma concentração de 0,18%. O trabalho de FERNANDES *et alii* (1975) realizado no Brasil, com o cultivar Suzuki, num ciclo de 20 semanas, encontrou valores finais de 0,47% para teores de fósforo presente nas hastes da planta, evidenciando uma provável carência do elemento no cultivar Golden Polaris estudado. Tal fato poderia ser reforçado pelos dados de ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) que, embora trabalhando com o cultivar Spider em análise de tecido foliar, detectou valor de 0,18% de fósforo como o mínimo necessário para o desenvolvimento das plantas.

Nas folhas, as concentrações médias do elemento apresentaram um aumento por volta do quinquagésimo quinto dia, mantendo-se sem alteração até a décima oitava semana (125º dia).

TABELA 10. Concentrações médias de fósforo, em porcentagem da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	0,15bc	0,23bcd
27	0,19a	0,25b
55	0,19a	0,29a
69	0,14c	0,24bc
83	0,15bc	0,20d
97	0,20a	0,24bc
111	0,18ab	0,21cd
125	0,18ab	0,22bcd
d.m.s. (Tukey 5%)	0,03	0,03
C.V. (%)	13,40	11,85

Os dados discordam daqueles encontrados por JOINER e POOLE (1967) para o cultivar Bluechip, onde a concentração de fósforo apresentou um ligeiro progresso durante todo o ciclo da planta. Entretanto, verifica-se uma grande variação entre os resultados obtidos pelos diversos autores para os diferentes cultivares. FERNANDES *et alii* (1975) com o cultivar Suzuki, encontraram teores semelhantes de fósforo até a décima semana de cultivo das plantas (70º dia), sendo que, a partir dessa ocasião, houve um sensível aumento na con

centração do elemento, até a décima sexta semana (112º dia) ; depois, ocorreu uma redução desse teor, fornecendo uma concentração foliar de 0,58%, ao final do ciclo. Tal valor superou, em mais de duas vezes, o teor amostrado nas folhas do cultivar Golden Polaris utilizado no presente trabalho.

4.2.2.2. Acúmulo

Os resultados obtidos sobre o acúmulo de fósforo nas hastes, folhas e, hastes mais folhas da planta, estão nas tabelas 11 e 12 e nas figuras 7, 8 e 9.

As quantidades de fósforo acumuladas nas hastes ajustaram-se a uma equação quadrática, tendendo a um acúmulo crescente do nutriente e alcançando, pela tabela 11, o valor de 28,29 mg de fósforo por planta no centésimo vigésimo quinto dia após o plantio.

Para as folhas, observa-se, pela tabela 12 e figura 8, que o modelo de acumulação do fósforo ajustou-se a uma equação linear, sendo os valores dos acúmulos médios, pela tabela 11, sempre crescentes, embora não variando muito a partir da décima semana (69º dia), quando as inflorescências já mostravam um razoável desenvolvimento. Ao final do ciclo das plantas, obteve-se um valor de acúmulo foliar do fósforo ao redor de 18,05 mg por planta, bem inferior àquele de-

TABELA 11. Acúmulos médios de fósforo nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	mg/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	0,23d	0,57d	0,80e	0,11	0,26	0,37
27	0,61d	1,97cd	2,58de	0,28	0,92	1,20
55	0,96d	3,12bcd	4,08de	0,45	1,45	1,90
69	4,74d	10,92ab	15,66cde	2,21	5,10	7,32
83	6,97cd	10,92ab	17,89cd	3,25	5,10	8,36
97	15,81bc	12,17a	27,98bc	7,39	5,69	13,08
111	23,25ab	17,36a	40,61ab	10,87	8,11	18,99
125	28,29a	18,05a	46,34a	13,23	8,44	21,67
d.m.s. (Tukey 5%)	10,41	8,55	16,36			
C.V. (%)	44,04	39,22	35,99			

TABELA 12. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de fósforo nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 1,7326 - 0,1787x + 0,0032x^2$	98,46
Folhas	$\hat{Y} = -2,1119 + 0,1585x$	91,89
Total	$\hat{Y} = 1,3720 - 0,1028x + 0,0038x^2$	97,93

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de fósforo em mg/pl.

Figura 7. Acúmulo de fósforo, em mg/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 8. Acúmulo de fósforo, em mg/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 9. Acúmulo de fósforo, em mg/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

terminado por FERNANDES et alii (1975) de 45,82 mg, com o cultivar Suzuki. Entretanto, os resultados mostraram certa similaridade quanto ao processo de absorção até a ocasião do desenvolvimento das inflorescências, havendo também, para o cultivar Suzuki, um progressivo aumento na quantidade foliar de fósforo, acumulada até o nonagésimo oitavo dia. A partir desse período e de maneira oposta àquela ocorrida para o cultivar Golden Polaris, a quantidade acumulada pelas folhas diminuiu até o final do ciclo.

O acúmulo médio total, representado pela soma-tória dos acúmulos verificados nas hastes e nas folhas das

plantas, ajustou-se a uma equação de segundo grau, conforme verificado pela tabela 12 e figura 9, mostrando, através da tabela 11, uma maior contribuição para esse total, oriunda das folhas, até a décima segunda semana (97º dia). A partir desse período até o final do ciclo, as folhas contribuíram em apenas quarenta e dois por cento do total acumulado que, no centésimo vigésimo quinto dia atingiu o valor de 46,34 mg por planta, correspondente a 21,67 kg/ha.

4.2.3. Potássio

4.2.3.1. Concentração

Os resultados obtidos sobre a concentração de potássio, nas hastes e folhas da planta, em função da época de amostragem, acham-se expostos na tabela 13.

Para as hastes, constatou-se uma relativa variação entre os teores de potássio que aumentaram até a oitava semana (55º dia) após plantio, vindo, depois, a diminuir nas nove semanas finais.

Para as folhas, a concentração média de potássio oscilou entre 5,05%, obtida no sexagésimo nono dia após plantio, até valores de 3,96% no final da cultura.

TABELA 13. Concentrações médias de potássio, em porcentagem da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	3,60b	4,21cd
27	3,64b	4,40bc
55	4,13a	5,05a
69	3,14c	4,94a
83	2,98cd	4,40bc
97	2,75d	4,78ab
111	2,37e	3,94d
125	2,24e	3,96d
d.m.s. (Tukey 5%)	0,32	0,43
C.V. (%)	8,68	8,24

Os dados encontrados no presente experimento, foram menores que aqueles determinados por BOODLEY e MEYER (1965) com o cultivar Bonnaffon Deluxe onde, inicialmente, a concentração foliar aumentou de 3,5% a 5,5%, chegando ao valor máximo de 6% durante a coloração dos botões.

Nessa ocasião, o cultivar Suzuki, pesquisado por FERNANDES et alii (1975) em Piracicaba, também apresentou, nas folhas de plantas conduzidas ao campo, teores médios de 6,38% de potássio.

4.2.3.2. Acúmulo

As quantidades de potássio acumuladas nas hastes e folhas da planta, em função da idade, são apresentadas nas tabelas 14 e 15, com ilustração nas figuras 10, 11 e 12.

Os valores da acumulação de potássio nas hastes, ajustaram-se a uma equação de regressão de segundo grau, constatando-se um aumento do acúmulo com a idade da planta, atingindo, aos cento e vinte e cinco dias, quantidades estimadas de 380 mg por planta. Já nas folhas, a acumulação de potássio obedeceu a uma equação linear - observar figura 11 - e mostrou duas fases bem distintas, a saber: do sexto ao quinquagésimo quinto dia e, deste, até o final do ciclo. Convém realçar o grande incremento no acúmulo do elemento ocorrido entre os quinquagésimo quinto e sexagésimo nono dias. Tal período coincidiu com uma acentuada produção de matéria seca e representou, para as folhas, um aumento de 17 para 69% referente à acumulação total de 320,74 mg de fósforo por planta.

Durante quase todo o ciclo da planta, os valores dos acúmulos médios de potássio nas folhas foram maiores que aqueles obtidos nas hastes. A exceção aconteceu por volta do centésimo vigésimo quinto dia, devido à queda das folhas mais velhas.

TABELA 14. Acúmulos médios de potássio nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (467700 plantas/ha).

Dias após o plantio	mg/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	5,61e	10,49b	16,10c	2,62	4,90	7,52
27	11,68e	34,36b	46,04c	5,46	16,07	21,53
55	20,70de	54,39b	75,09c	9,68	25,43	35,11
69	107,81cde	221,00a	328,81b	50,42	103,36	153,78
83	137,64cd	215,40a	353,04b	64,37	100,74	165,11
97	224,05bc	243,04a	467,09ab	104,78	113,66	218,45
111	305,74ab	319,49a	625,23a	142,99	149,42	292,42
125	368,12a	320,74a	688,86a	172,16	150,01	322,17
d.m.s. (Tukey 5%)	120,40	150,94	234,19			
C.V. (%)	34,85	36,07	30,61			

TABELA 15. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de potássio nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 8,8475 - 1,0230x + 0,0321x^2$	98,67
Folhas	$\hat{Y} = -33,5361 + 2,9447x$	91,11
Total	$\hat{Y} = -113,9090 + 6,1285x$	92,12

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de potássio em mg/pl.

Figura 10. Acúmulo de potássio, em mg/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 11. Acúmulo de potássio, em mg/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 12. Acúmulo de potássio, em mg/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Os dados do presente trabalho, concordam com aqueles obtidos por FERNANDES *et alii* (1975) no estudo do cultivar Suzuki no qual observou-se também um grande aumento na absorção de potássio, por volta do quinquagésimo quinto dia. Entretanto, os valores referentes à quantidade de potássio extraída por plantas do cultivar Suzuki, durante todo o ciclo da cultura, foram bem superiores aos determinados para o cultivar Golden Polaris, do presente experimento e chegaram a 504,02 mg por planta, no final do ciclo.

A extração total de potássio pelas hastes e folhas da planta, obedeceu a uma equação de regressão de primeiro grau, mostrando, através da tabela 14, valores sempre crescentes que, ao final do ciclo, corresponderam a um valor estimado de 305,00 kg por hectare.

4.2.4. Cálcio

4.2.4.1. Concentração

Os valores da concentração de cálcio em partes da planta e em função da idade da mesma, são apresentados na tabela 16. Através desta, constata-se que os teores de cálcio, nas hastes da planta, diminuíram com a idade, passando do valor de 0,49%, na primeira semana após plantio (6º dia), para 0,29%, ao final do ciclo.

Nas folhas, verifica-se um aumento na concentração do cálcio, enquanto que os teores do nitrogênio e potássio diminuíram com a idade da planta. A partir da décima sexta semana (111º dia), a média da concentração foliar obtida foi de 0,98%.

Os dados discordam dos obtidos por BOODLEY e MEYER (1965) que obtiveram teores semelhantes de cálcio nas folhas do crisântemo, durante todo o ciclo do cultivar Bonnaffon Deluxe, mas, foram parcialmente semelhantes àqueles verificados por FERNANDES *et alii* (1975) com o cultivar Suzuki. Para esse cultivar, a concentração foliar de cálcio, exceção acontecida por ocasião do octogésimo quarto dia, foi sempre crescente até o aparecimento das inflorescências, quando, então, caiu sensivelmente. Os teores de cálcio, determinados

TABELA 16. Concentrações médias de cálcio, em porcentagem da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	0,49a	0,81c
27	0,40b	0,79c
55	0,44b	0,80c
69	0,30cd	0,91b
83	0,32c	0,90b
97	0,26d	0,91b
111	0,26d	0,94ab
125	0,29cd	1,01a
d.m.s. (Tukey 5%)	0,04	0,07
C.V. (%)	10,18	7,19

por vários autores e em diversos cultivares são, em sua maioria, superiores aos encontrados para o cultivar Golden Polaris - ASEN e WILDON (1953), GILLY (1977) - verificando-se, todavia, alguns valores menores como os determinados por WOLTZ (1956) para os cultivares Fortyniner e Goldsmith, nas folhas velhas e durante a formação dos botões.

4.2.4.2. Acúmulo

Nas tabelas 17 e 18 e nas figuras 13, 14 e 15, apresentam-se os resultados referentes ao acúmulo de cálcio nas hastes, folhas e hastes mais folhas da planta, em função da idade.

A acumulação de cálcio pelas hastes das plantas ajustou-se a uma equação de segundo grau (tabela 18, figura 13) e os acúmulos médios, sempre crescentes, variaram do valor mínimo de 0,76 mg por planta aos seis dias após plantio, até 48,40 mg por planta, aos cento e vinte e cinco dias de cultivo.

Nas folhas, o acúmulo de cálcio foi sempre, no mínimo, 1,7 vez maior ao das hastes e, para representá-lo, ajustou-se a ele uma equação de regressão linear. O aumento na acumulação de cálcio foliar caracterizou-se por três períodos distintos, a saber: 1º - do sexto ao quinquagésimo quinto dia após o plantio; 2º - do sexagésimo nono ao nonagésimo sétimo; 3º - do centésimo décimo primeiro ao centésimo vigésimo quinto quando o valor médio, por planta, atingiu 82,08 mg.

A acumulação total de cálcio, pelas hastes e folhas da planta, obedeceu a uma equação quadrática, expressa na tabela 18 e na figura 15. Os valores, sempre crescentes, apresentaram aumentos distintos nos mesmos períodos nos quais ocorreram os incrementos no acúmulo de cálcio, para as folhas.

TABELA 17. Acúmulos médios de cálcio nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	mg/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	0,76d	2,02c	2,78c	0,35	0,94	1,30
27	1,28d	6,23c	7,51c	0,59	2,91	3,51
55	2,17d	8,62c	10,79c	1,01	4,03	5,04
69	10,03cd	41,20b	51,23b	4,69	19,26	23,96
83	14,42cd	43,80b	58,22b	6,74	20,48	27,22
97	20,55bc	44,10b	64,65b	9,61	20,62	30,23
111	33,22b	77,90a	111,12a	15,53	36,43	51,97
125	48,40a	82,08a	130,48a	22,63	38,38	61,02
d.m.s. (Tukey 5%)	14,78	29,72	38,69			
C.V. (%)	38,62	32,93	30,10			

TABELA 18. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de cálcio nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 3,5340 - 0,2870x + 0,0051x^2$	98,95
Folhas	$\hat{Y} = -12,9693 + 0,7151x$	88,58
Total	$\hat{Y} = 3,3695 - 0,1757x + 0,0097x^2$	96,33

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de cálcio em mg/pl.

Figura 13. Acúmulo de cálcio, em mg/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 14. Acúmulo de cálcio, em mg/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 15. Acúmulo de cálcio, em mg/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Na décima oitava semana após plantio (125º dia), o valor real do total de cálcio acumulado pelas hastes mais folhas, em condições reais de campo, correspondeu a 130,48 mg, cujo valor estimado por hectare, de 62 kg foi inferior às quantidades obtidas de nitrogênio e de potássio, mas, superior à de fósforo, para o mesmo período.

Os dados concordam, parcialmente, com aqueles obtidos por FERNANDES et alii (1975) para o cultivar Suzuki, durante um cultivo de vinte semanas, observando-se um aumento exagerado no acúmulo entre as oitava e décima semanas (56º e 70º dias). Por ocasião do centésimo vigésimo sexto dia, a quantidade de cálcio acumulada nas folhas do cultivar Suzuki, era, entretanto, o dobro da amostrada para o cultivar Golden Polaris, pesquisada no presente trabalho.

4.2.5. Magnésio

4.2.5.1. Concentração

As concentrações de magnésio, nas hastes e folhas das plantas, obtidas em função da idade, acham-se expostas na tabela 19.

Nas hastes, houve efeito da época nessa concentração, que mostrou valores decrescentes com a idade da planta, variando de um valor máximo de 0,32%, no sexto dia após plantio, a 0,11% obtido nas duas semanas finais da cultura (111^o e 125^o dias).

Embora com um aumento na concentração foliar de magnésio, da quarta semana (27^o dia) à décima (69^o dia) - cujo valor médio foi de 0,58% e quando se iniciava a formação dos botões - no final do ciclo, as folhas apresentaram valores mínimos de 0,42%.

Os resultados apresentados divergem das informações fornecidas por JOINER e POOLE (1967) com o cultivar Bluechip no qual a concentração de magnésio apresentou um decréscimo inicial durante o ciclo da planta para, posteriormente, aumentar e manter-se estável. Entretanto, resultados similares aos do presente experimento, já haviam sido obtidos, em trabalho com o cultivar Suzuki, por FERNANDES *et alii* (1975)

TABELA 19. Concentrações médias de magnésio, em porcentagem da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	0,32a	0,53b
27	0,28b	0,60a
55	0,29b	0,56ab
69	0,18c	0,60a
83	0,16cd	0,53b
97	0,13de	0,53b
111	0,11e	0,47c
125	0,11e	0,42d
d.m.s. (Tukey 5%)	0,03	0,04
C.V. (%)	13,51	6,79

onde foi observada certa variação entre os teores amostrados e dois aumentos na concentração foliar de magnésio: um, menor, por ocasião da formação dos botões e, outro, mais acentuado, durante a décima quarta e décima sexta semanas (98º e 112º dias). Posteriormente, tal concentração diminuiu, chegando ao final do ciclo com valores da ordem de 0,37%, menores que os encontrados para o cultivar Golden Polaris no presente trabalho.

4.2.5.2. Acúmulo

As quantidades de magnésio acumuladas pelas hastes e folhas da planta nos diferentes estádios de desenvolvimento, são apresentadas nas tabelas 20 e 21 e nas figuras 16, 17 e 18.

A absorção de magnésio, pelas hastes, obedeceu a uma curva de segundo grau e, através da tabela 20, observa-se os valores médios para a acumulação que, na última semana de cultivo, correspondeu a 18,36 mg por planta.

Nas folhas, a acumulação de magnésio ajustou-se a uma equação linear (tabela 21 e figura 17), observando-se um acúmulo lento até o quinquagésimo quinto dia. A partir daí, aumentou, bruscamente, para o sexagésimo nono dia. Então, dessa ocasião até o final do ciclo, manteve-se, praticamente, sem alteração apenas com valores sempre maiores que os das hastes.

Os valores acentuados no acúmulo de magnésio obtidos nas folhas, em relação às hastes, foram também verificados por JOINER (1967) no estudo do cultivar Indianapolis White Nº 3.

Para representar o acúmulo total de magnésio, oriundo da somatória das hastes e das folhas da planta, foi escolhida uma equação de regressão linear. Verifica-se, pela

TABELA 20. Acúmulos médios de magnésio nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	mg/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	0,50e	1,33b	1,83c	0,23	0,62	0,85
27	0,87e	4,67b	5,53c	0,40	2,18	2,58
55	1,41de	6,11b	7,52c	0,65	2,85	3,51
69	6,03cde	26,49a	32,52b	2,82	12,38	15,20
83	7,37cd	26,50a	33,87ab	3,44	12,39	15,84
97	10,50bc	26,50a	37,00ab	4,91	12,39	17,30
111	14,80ab	38,43a	53,23a	6,92	17,97	24,89
125	18,36a	33,82a	52,18ab	8,58	15,81	24,40
d.m.s. (Tukey 5%)	6,10	16,78	20,65			
C.V. (%)	34,86	34,81	31,43			

TABELA 21. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de magnésio nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 0,6508 - 0,0428x + 0,0015x^2$	98,77
Folhas	$\hat{Y} = -2,8714 + 0,3245x$	87,03
Total	$\hat{Y} = -6,3801 + 0,4778x$	90,79

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de mangésio em mg/pl.

Figura 16. Acúmulo de magnésio, em mg/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 17. Acúmulo de magnésio, em mg/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 18. Acúmulo de magnésio, em mg/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

tabela 20, que os acúmulos médios do elemento, até a oitava semana (55º dia), como no acúmulo foliar, foram lentos, porém, mostraram, durante o sexagésimo nono dia, um aumento vigoroso. Nesse período, a quantidade total de magnésio acumulada pelas folhas e hastes da planta representava 62,32% do total de 52,18 mg por planta, obtida no final do ciclo da cultura.

A absorção acentuada de magnésio, na época de formação dos botões florais observada no presente experimento, com o cultivar Golden Polaris, também foi verificada por HOFFMAN e KOMOSA (1972) em alguns cultivares poloneses.

4.2.6. Enxofre

4.2.6.1. Concentração

Os dados analíticos referentes às concentrações de enxofre nas hastes e folhas da planta, em diferentes estádios de seu desenvolvimento, encontram-se na tabela 22. Observa-se que a concentração de enxofre nas hastes apresentou mínima variação, durante quase todo o ciclo da planta.

Os níveis amostrados variaram entre 0,18%, obtido durante o sexto dia após plantio, e 0,11%, obtido ao final do experimento (125º dia).

Para as folhas, de concentração sempre superior à das hastes, os teores de enxofre mostraram uma acentuada queda por volta do nonagésimo sétimo dia, período próximo à abertura das inflorescências. Após esse período, os teores, novamente, aumentaram, tendo, como valor médio, nas duas últimas semanas, 0,22%.

Os dados divergem dos obtidos por FERNANDES *et alii* (1975) com o cultivar Suzuki, pois, embora também variassem durante todo o ciclo de vinte semanas, por volta do nonagésimo sétimo dia, eram semelhantes às concentrações iniciais e aumentaram, substancialmente, até a última semana, alcançando, nesta, o valor de 0,49%.

TABELA 22. Concentrações médias de enxofre, em porcentagem da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	0,18a	0,34b
27	0,17ab	0,41a
55	0,16ab	0,31b
69	0,17ab	0,29bc
83	0,13abc	0,22d
97	0,12bc	0,14e
111	0,13abc	0,24cd
125	0,11c	0,21d
d.m.s. (Tukey 5%)	0,05	0,06
C.V. (%)	14,22	19,33

4.2.6.2. Acúmulo

Nas tabelas 23 e 24 e nas figuras 19, 20 e 21 acham-se expostos os resultados sobre a acumulação de enxofre pelas hastes, folhas e hastes mais folhas da planta, em função da idade.

O acúmulo de enxofre pelas hastes obedeceu a uma equação de regressão de segundo grau, mostrando, pela tabela 23, valores sempre crescentes que, ao final do ciclo da cultura, foram da ordem de 18,07 mg por planta.

TABELA 23. Acúmulos médios de enxofre nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (467700 plantas/ha).

Dias após o plantio	mg/planta			kg/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	0,29d	0,85d	1,14c	0,13	0,39	0,53
27	0,55d	3,14d	3,69c	0,25	1,46	1,72
55	0,82d	3,28d	4,10c	0,38	1,53	1,91
69	5,65cd	12,82bc	18,47b	2,64	5,99	8,63
83	6,20cd	10,50bc	16,70b	2,89	4,91	7,81
97	10,33bc	7,02cd	17,35b	4,83	3,28	8,11
111	17,77ab	19,82a	37,59a	8,31	9,26	17,58
125	18,07a	16,76ab	34,83a	8,45	7,83	16,28
d.m.s. (Tukey 5%)	7,45	6,30	12,15			
C.V. (%)	42,70	28,78	30,89			

TABELA 24. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de enxofre nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 0,5601 - 0,0640x + 0,0017x^2$	95,68
Folhas	$\hat{Y} = -1,0173 + 0,1436x$	73,31
Total	$\hat{Y} = -5,2864 + 0,3074x$	82,97

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de enxofre em mg/pl.

Figura 19. Acúmulo de enxofre, em mg/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 20. Acúmulo de enxofre, em mg/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 21. Acúmulo de enxofre, em mg/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Nas folhas, a acumulação de enxofre foi representada por uma equação de regressão linear, apresentando um pequeno aumento durante as oito semanas iniciais (55º dia). Após tal período, ocorreu uma severa elevação na acumulação do elemento, quase quatro vezes superior, por volta do sexagésimo nono dia. Embora o acúmulo tenha se acentuado, novamente, ao final do ciclo, desperta a atenção a brusca queda registrada na décima quarta semana (97º dia), cujo valor de 7,02 mg por planta foi semelhante àqueles obtidos durante as semanas iniciais após plantio. Talvez, tais variações na acumulação de enxofre pela planta, estejam ligadas às condições de mineralização da matéria orgânica do solo, dependentes da umidade e temperatura - MENGEL e KIRKBY (1982).

A acumulação total de enxofre nas hastes mais folhas da planta, em função da idade, foi representada por uma equação linear (tabela 24 e figura 21) cujo valor máximo, verificado a campo, aconteceu por volta do centésimo décimo primeiro dia e foi igual a 37,59 mg por planta.

O acúmulo total apresentou três períodos distintos em função da idade, ou seja, do sexto ao quinquagésimo quinto dia após plantio, do sexagésimo nono ao nonagésimo sétimo e do centésimo décimo primeiro ao centésimo vigésimo quinto dia, quando o valor estimado, por hectare, correspondeu a 15,5 kg.

Os dados do presente trabalho concordam, parcialmente, com aqueles obtidos por FERNANDES *et alii* (1975) para o cultivar Suzuki no qual, embora sempre sob valores superiores, o acúmulo foliar de enxofre mostrou-se crescente até por volta do centésimo décimo segundo dia, diminuindo, depois, suavemente.

4.2.7. Boro

4.2.7.1. Concentração

As concentrações de boro nas hastes e folhas da planta, em função das amostragens realizadas em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se na tabela 25.

Observa-se, tanto nas hastes como nas folhas, uma oscilação grande nos teores de boro. Nas hastes, o maior valor encontrado foi por volta do quinquagésimo quinto dia, cinco dias após a segunda aplicação do elemento ao campo. A partir dessa ocasião, a concentração de boro diminuiu, chegando ao valor mais baixo, de 10 ppm, por volta da décima sexta semana após plantio (111º dia).

Nas folhas, as maiores concentrações também coincidiram com épocas de fornecimento do elemento à cultura ou seja, após a segunda aplicação, mostrando um teor de 100 ppm por volta do quinquagésimo quinto dia e, após a terceira aplicação, quando apresentaram o maior teor verificado, de 130 ppm, durante a última semana em campo (125º dia).

Os níveis de boro foliar determinados no presente trabalho com o cultivar Golden Polaris, oscilando entre o mínimo de 20,5 ppm e o valor mais alto de 130 ppm, concordam, com exceção das duas primeiras amostragens, ao sexto e vi

TABELA 25. Concentrações médias de boro, em partes por milhão da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	23,2bc	23,5d
27	24,5b	20,5d
55	34,7a	100,0b
69	18,0cd	34,7c
83	15,5de	25,0d
97	16,5d	27,7cd
111	10,0e	24,5d
125	14,7de	130,0a
d.m.s. (Tukey 5%)	6,0	8,6
C.V. (%)	26,09	15,04

gésimo sétimo dia, com os valores obtidos pelos autores LUNT et alii (1963) e CRILEY e CARLSON (1970) que, em pesquisa com alguns cultivares de crisântemo, determinaram taxas foliares adequadas entre 25 a 200 ppm do elemento. Entretanto, tais valores discordam de BUNT (1972) que verificou toxicidade a níveis de boro foliar maiores que 120 ppm (adequado 25-30 ppm), e de GOGUE e SANDERSON (1973) onde os cultivares Improved Albatross e CF Nº 2 Good News mostraram sintomas de toxidez a concentrações maiores que 136 e 144 ppm, respectivamente. Neste último caso, para ambos os cultivares, ocorreu redução no crescimento em plantas cujo teor foliar de boro superava 100 pp.

4.2.7.2. Acúmulo

Os acúmulos médios de boro nas hastes e folhas da planta, em função da idade, são apresentados nas tabelas 26 e 27 e nas figuras 22, 23 e 24.

Nas hastes, o acúmulo de boro foi ajustado a uma equação quadrática (figura 22) e, através da tabela 26, pode-se verificar a tendência progressiva no aumento da quantidade do elemento, com a idade da planta, até o final do ciclo.

A acumulação de boro pelas folhas obedeceu a uma equação de regressão de quarto grau e, embora mostrasse um ligeiro declínio durante a décima segunda semana (83º dia), tendeu a elevar-se durante o centésimo décimo primeiro dia, saltando, acentuadamente, deste para o centésimo vigésimo quinto dia, para o valor máximo de 1060,0 ug por planta.

O total, apresentado pela somatória entre hastes e folhas, obteve um acúmulo representado por uma equação de quarto grau (tabela 27 e figura 24) e chegou, ao final do ciclo, à quantidade de 1.297,06 ug por planta, cujo valor, por hectare, correspondeu a 606,63 gramas.

TABELA 26. Acúmulos médios de boro nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em microgramas por planta e gramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	ug/planta			g/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	3,63d	5,81c	9,44e	1,69	2,71	4,41
27	7,93d	16,28c	24,21de	3,70	7,61	11,32
55	17,59d	107,68bc	125,27cde	8,22	50,36	58,58
69	56,63cd	153,38bc	210,00bcd	26,48	71,73	98,21
83	71,65bcd	123,50bc	195,15bcde	33,51	57,76	91,27
97	136,43b	121,98bc	258,41bc	63,80	57,05	120,85
111	131,96bc	196,58b	328,54b	61,71	91,74	153,65
125	237,06a	1060,00a	1297,06a	110,87	495,76	606,63
d.m.s. (Tukey 5%)	78,31	159,97	197,00			
C.V. (%)	40,39	30,52	27,44			

TABELA 27. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de boro nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 11,9180 - 0,9211x + 0,0207x^2$	95,78
Folhas	$\hat{Y} = 161,5974 - 31,7843x + 1,3843x^2 - 0,0193x^3 + 0,0001x^4$	97,57
Total	$\hat{Y} = 177,4093 - 33,8884x + 1,4595x^2 - 0,0201x^3 + 0,0001x^4$	97,35

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de boro em ug/pl.

Figura 22. Acúmulo de boro, em ug/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 23. Acúmulo de boro, em ug/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 24. Acúmulo de boro, em ug/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

4.2.8. Ferro

4.2.8.1. Concentração

As concentrações de ferro nas hastes e folhas da planta, em função das diferentes épocas de desenvolvimento, são encontradas na tabela 28.

Nas hastes, o teor de ferro diminuiu até o sexagésimo nono dia (10ª semana), sendo, depois, novamente incrementado por volta do octogésimo terceiro dia (12ª semana) após plantio. Desse período até o final do ciclo,

TABELA 28. Concentrações médias de ferro, em partes por milhão da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	710,0a	969,0b
27	735,5a	1314,5a
55	542,5b	969,0b
69	225,0d	902,0bc
83	366,0c	718,0cd
97	197,5de	687,0cd
111	88,0e	828,0bcd
125	133,5de	611,5d
d.m.s. (Tukey 5%)	116,5	236,4
C.V. (%)	26,35	22,79

veio apresentar os menores valores, com uma média de 140 pp.

Nas folhas, a concentração do elemento, de valor sempre superior ao das hastes, mostrou uma grande variabilidade, alterando-se entre o valor máximo de 1.314,5 ppm, durante a quarta semana após plantio (27º dia), e o teor mínimo de 611,5 ppm amostrado ao final do ciclo da cultura.

Os valores encontrados no presente trabalho para o cultivar Golden Polaris, estão acima dos teores críticos determinados por ADAMS et alii (1975) com o cultivar Hurricane

e ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) com o cultivar Spider, respectivamente de 102 a 128 ppm e 139,5 ppm.

Todavia, os teores foliares obtidos para o cultivar Golden Polaris superam, no mínimo, em três vezes, a concentração foliar tida como ideal, de 200 ppm de Fe, determinado por WOLTZ (1956) para os cultivares Forty-niner e Goldsmith.

4.2.8.2. Acúmulo

As quantidades de ferro acumuladas nas hastes, folhas e hastes mais folhas da planta, em função da idade, são apresentadas nas tabelas 29 e 30 e nas figuras 25, 26 e 27.

As hastes acumularam ferro segundo uma regressão linear, ocorrendo uma máxima extração, de 2.234,25 ug por planta, ao final do experimento. Entretanto, por volta do centésimo décimo primeiro dia (16ª semana), a taxa de acúmulo era semelhante à das semanas iniciais da cultura o que, talvez, fosse devido à reduzida concentração do elemento nessa época (tabela 28).

O acúmulo nas folhas e o total referente à somatória do acúmulo nas hastes e nas folhas, foram representados por equações lineares, apresentando, ambos, grande variação (tabela 29 e figuras 26 e 27).

TABELA 29. Acúmulos médios de ferro nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em microgramas por planta e gramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	ug/planta			g/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	113,85c	240,18d	354,03c	53,24	112,33	165,57
27	236,57c	1011,23cd	1247,80bc	110,64	472,95	583,59
55	277,82c	1072,00bcd	1349,82bc	129,93	501,37	631,31
69	795,12bc	4321,65abc	5116,77ab	371,87	2021,23	2393,11
83	1721,55ab	2250,65bcd	3972,20ab	805,16	1052,62	1857,79
97	1536,55ab	3409,55abcd	4946,10ab	718,64	1594,64	2313,29
111	1079,50abc	7053,65a	8133,15a	504,88	3298,99	3803,87
125	2234,25a	4928,75ab	7163,00a	1044,95	2305,17	3350,13
d.m.s. (Tukey 5%)	1215,28	3864,52	4295,05			
C.V. (%)	51,96	51,22	43,46			

TABELA 30. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de ferro nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = -192,5023 + 16,6408x$	76,23
Folhas	$\hat{Y} = -394,0295 + 47,8877x$	71,11
Total	$\hat{Y} = -586,5326 + 64,5285x$	85,70

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de ferro em ug/pl.

Figura 25. Acúmulo de ferro, em ug/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 26. Acúmulo de ferro, em ug/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 27. Acúmulo de ferro, em ug/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Ao final do ciclo da cultura, o total estimado, referente ao acúmulo de ferro nas hastes mais folhas da planta, por hectare, foi de 3.490 g.

4.2.9. Manganês

4.2.9.1. Concentração

As concentrações de manganês nas hastes e folhas da planta, em função da idade, são apresentadas na tabela 31.

TABELA 31. Concentrações médias de manganês, em partes por milhão da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	107,2b	360,0c
27	53,2c	153,5ef
55	54,7c	268,7d
69	15,2d	146,5ef
83	30,5cd	115,0f
97	42,2cd	201,5e
111	105,0b	825,0b
125	164,7a	1008,2a
d.m.s. (Tukey 5%)	32,6	62,4
C.V. (%)	38,64	13,75

Nas hastes, verifica-se ocorrer o maior valor de 164,7 ppm, por volta do centésimo vigésimo quinto dia, ao final do ciclo, enquanto os menores teores, de média igual a 29,5 ppm, no período compreendido entre o sexagésimonono e o no-nagésimo sétimo dias.

Nas folhas, as concentrações de manganês foram, já no sexto dia após plantio, igual a 360 ppm; desse período até por volta da décima quarta semana (97º dia), os teores mostraram certa variação mas, a partir daí, elevaram-se até a concentração de 1.008,2 ppm, obtida durante a última semana do experimento.

Os teores de manganês, determinados no presente trabalho para o cultivar Golden Polaris são, em média, maiores que aqueles obtidos por ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) nos cultivares Spider e Elzas onde, embora em folhas novas, durante a época de crescimento intensivo, as concentrações ideais de manganês foram de 225 ppm. Entretanto, os dados estão abaixo dos determinados por WOLTZ (1956) que, em estudo com os cultivares Forty-niner e Goldsmith, determinou teores ideais de 200 ppm durante a formação dos botões.

4.2.9.2. Acúmulo

As quantidades de manganês, acumuladas nas hastes e folhas da planta, em função das diferentes épocas de amostragem, encontram-se nas tabelas 32 e 33 e nas figuras 28, 29 e 30.

A acumulação de manganês pelas hastes da planta foi representada por uma equação de regressão de terceiro grau e, embora crescente, variou pouco até o nonagésimo sétimo dia (tabela 32, figura 28); após esse período, por volta da décima sexta semana (111^a dia), apresentou um teor de 1.360,5 ppm bem superior às concentrações obtidas nas primeiras semanas após plantio. Ao final do ciclo da planta, o valor do acúmulo de manganês verificado nas hastes do crisântemo foi de 2.723,92 ug por planta.

TABELA 32. Acúmulos médios de manganês nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em microgramas por planta e gramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	ug/planta			g/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	16,66c	89,64b	106,30c	7,79	41,92	49,71
27	17,04c	123,05b	140,09c	7,96	57,55	65,52
55	27,32c	202,82b	230,14c	12,77	94,85	107,63
69	53,87c	696,90b	750,77c	25,19	325,94	351,13
83	141,22bc	599,55b	740,77c	66,04	280,40	346,45
97	334,15bc	1013,65b	1347,80c	156,28	474,08	630,36
111	1360,50b	6895,94a	8256,44b	636,30	3225,23	3861,53
125	2723,92a	8209,25a	10933,17a	1273,97	3839,46	5113,44
d.m.s. (Tukey 5%)	1260,13	2012,69	1911,42			
C.V. (%)	92,16	38,60	29,05			

TABELA 33. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de manganês nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = -208,7625 + 33,2167x - 0,9046x^2 + 0,0066x^3$	98,85
Folhas	$\hat{Y} = 1309,5553 - 103,4151x + 1,2617x^2$	87,95
Total	$\hat{Y} = 1767,9012 - 139,3263x + 1,6703x^2$	89,71

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de manganês em ug/pl.

Figura 28. Acúmulo de manganês, em ug/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 29. Acúmulo de manganês, em ug/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 30. Acúmulo de manganês, em ug/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Nas folhas, o acúmulo de manganês em função da idade, obedeceu a uma curva de segundo grau, mostrando dois períodos distintos de acumulação crescente: um, do sexto ao nonagésimo sétimo dia e, outro, do centésimo décimo primeiro ao centésimo vigésimo quinto dia após o plantio, quando atingiu quantidade estimada de 8.555,0 ug por planta.

Uma tendência similar de acumulação crescente de manganês foi observada no total acumulado pelas hastes e folhas da planta representado, também, por uma equação de regressão quadrática. Do início do experimento até por volta

do centésimo décimo primeiro dia, as hastes mais folhas da planta haviam acumulado cerca de 12,34%, equivalente a 1.347,8 ug por planta, do total de 10.933,17 ug verificado por ocasião do final do cultivo. No centésimo décimo primeiro dia, mostraram um grande aumento na acumulação, cujo valor de 8.256,44 ug por planta, nessa ocasião, já correspondia a 84% do obtido na última amostragem.

O manganês, entre os micronutrientes, foi o elemento mais extraído pela cultura, estimando-se, no presente trabalho, um total acumulado de 4.887,72 g por hectare de plantas após dezoito semanas de cultivo.

4.2.10. Zinco

4.2.10.1. Concentração

As concentrações de zinco, nas hastes e folhas da planta, referentes às épocas das amostragens, acham-se na tabela 34.

Nas hastes, a concentração do elemento não mostrou uma tendência definida, variando de um valor mínimo de 20 ppm, obtido durante o nonagésimo sétimo dia após plantio, até o teor de 67,7 ppm, verificado ao final da cultura.

Já na folhas, pode-se notar diferença entre os teores médios de zinco nas diversas épocas de amostragem.

TABELA 34. Concentrações médias de zinco, em partes por milhão da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	51,7abcd	83,2c
27	30,2cd	50,7d
55	23,7cd	60,2d
69	60,0abc	49,7d
83	67,5ab	45,7d
97	20,0d	51,7d
111	31,2bcd	122,7b
125	67,7a	198,0a
d.m.s. (Tukey 5%)	36,5	16,5
C.V. (%)	70,23	16,87

Assim, inicialmente, a concentração de 83,2 ppm obtida aos seis dias após plantio, decresceu, por volta da quarta até a décima quarta semana (27º ao 97º dias, respectivamente) a valores médios de 51,6 ppm. Depois, sofreu novos incrementos por volta do centésimo décimo primeiro dia e, ao final do experimento, quando se obteve uma concentração média de 198 ppm.

Embora a concentração foliar de zinco no cultivar Golden Polaris, do presente trabalho, na época de formação dos botões (quadragésimo ao octogésimo dia), esteja abai-

xo da verificada por WOLTZ (1956) nos cultivares Forty-niner e Goldsmith, seu teor foi bem superior ao valor mínimo de 7,0 ppm determinado por ADAMS *et alii* (1975) no cultivar Hurricane e em época de florescimento.

4.2.10.2. Acúmulo

As quantidades de zinco acumuladas pelas hastes, folhas e hastes mais folhas da planta, em função da idade, acham-se assinaladas nas tabelas 35 e 36 e ilustradas nas figuras 31, 32 e 33.

Os acúmulos de zinco, nas hastes, ajustaram-se a uma equação de regressão de segundo grau e mostraram, até por volta da décima sexta semana (111^o dia), pequena variação na quantidade acumulada. Por volta da última semana (125^o dia), ocorreu um razoável incremento na acumulação do elemento que alcançou valores da ordem de 1.109,42 ug de zinco por planta.

A extração pelas folhas e total, referente à somatória dos acúmulos nas hastes e nas folhas da planta, foram representadas por equações de terceiro grau e mostraram similaridade no processo de acumulação de zinco. Assim, em ambas, houve efeito crescente na quantidade acumulada em função da época de amostragem, sendo significativos os in-

TABELA 35. Acúmulos médios de zinco nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em microgramas por planta e gramas por hectare (467.700 plantas/ha).

Dias após o plantio	ug/planta			g/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	8,08b	20,41c	28,49c	3,77	9,54	13,32
27	9,79b	39,58c	49,37c	4,57	18,51	23,09
55	11,64b	64,93c	76,57c	5,44	30,36	35,81
69	220,31b	211,80c	432,11c	103,03	99,05	202,09
83	310,80b	238,08c	548,88c	145,36	111,35	256,71
97	162,47b	266,97c	429,44c	75,98	124,86	200,84
111	398,75b	1019,94b	1418,69b	186,49	477,02	663,52
125	1109,42a	1612,50a	2721,92a	518,87	754,16	1273,04
d.m.s. (Tukey 5%)	591,93	328,92	553,94			
C.V. (%)	90,61	33,48	33,19			

TABELA 36. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de zinco nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = 112,8624 - 8,5192x + 0,1176x^2$	80,51
Folhas	$\hat{Y} = -90,7700 + 16,1818x - 0,4125x^2 + 0,031x^3$	96,98
Total	$\hat{Y} = -209,8843 + 31,7075x - 0,7522x^2 + 0,0054x^3$	95,75

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de zinco em ug/pl.

Figura 31. Acúmulo de zinco, em ug/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 32. Acúmulo de zinco, em ug/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 33. Acúmulo de zinco, em ug/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

crementos ocorridos das primeiras quatorze semanas (97º dia) para a décima sexta (111º dia) e, desta, para a décima oitava (125º dia).

Ao final do experimento, a quantidade total de zinco extraída por um hectare do cultivar Golden Polaris foi estimada em 1.191,37 gramas.

4.2.11. Cobre

4.2.11.1. Concentração

Na tabela 37 são apresentados os resultados referentes às concentrações de cobre nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Nas hastes, de concentração sempre inferior à observada nas folhas, os teores de cobre variaram bastante, apresentando, nas últimas semanas (111^º e 125^º dias), concentrações semelhantes às verificadas por volta do sexagésimo nono dia. O valor mais alto, de 41,7 ppm, foi obtido próximo ao período de abertura das inflorescências, por volta do nonagésimo sétimo dia (10^a semana).

Nas folhas, os teores do elemento, também variáveis, apresentaram o maior valor de 176,2 ppm, durante a décima quarta semana (83^º dia), período no qual os botões iniciavam sua coloração. Ao final do experimento, a concentração foliar obtida foi igual a 83 ppm de cobre.

Os teores encontrados por GRAVES e SUTCLIFFE (1974) e GRAVES et alii (1978) em trabalhos com os cultivares Hurricane, Fandango e Pollyane, variáveis entre 10,8 ppm e 18,6 ppm de cobre e obtidos de plantas recém-enraizadas, são próximos aos valores verificados com o cultivar Golden Polaris,

TABELA 37. Concentrações médias de cobre, em partes por milhão da matéria seca, nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Dias após plantio	Órgãos da planta	
	Hastes	Folhas
6	13,0d	25,7de
27	11,0d	13,0e
55	35,0b	141,2b
69	15,8cd	40,5d
83	39,8ab	176,2a
97	41,7a	146,2b
111	21,0c	145,2b
125	21,0c	83,0c
d.m.s. (Tukey 5%)	6,6	25,6
C.V. (%)	22,53	22,53

no presente experimento, cuja concentração média, no primeiro mês de plantio, foi de 19,3 ppm do elemento. Entretanto, em outros períodos do ciclo da cultura, os valores determinados para o cultivar Golden Polaris discordam daqueles obtidos por WOLTZ (1956) e BUNT (1973) cujos valores respectivos de 35 e 20,5 ppm de cobre, são bem superiores aos encontrados no presente trabalho (tabela 1).

4.2.11.2. Acúmulo

Os acúmulos de cobre pelas hastes e folhas da planta, em função de sua idade, acham-se expostos nas tabelas 38 e 39 e nas figuras 34, 35 e 36.

A acumulação de cobre, pelas hastes, ajustou-se a uma equação de regressão linear (tabela 30 e figura 34), mostrando dois períodos distintos, a saber: do sexto dia após plantio ao sexagésimo nono e do nonagésimo sétimo ao centésimo vigésimo quinto. Durante a décima segunda semana (83º dia), o valor encontrado não diferiu dos demais amostrados. Ao final do experimento, a quantidade estimada de cobre acumulada pelas hastes, correspondeu a 331,10 ug por planta.

Uma equação de regressão linear explica o acúmulo de cobre pelas folhas, cujo valor, variando de 6,24 ug/planta aos seis dias após plantio até 1.197,65 ug/planta obtido durante o centésimo décimo primeiro dia, chegou ao final do ciclo da cultura com uma média de 682 ug por planta.

O total acumulado pelas hastes e folhas da planta foi representado por uma equação de terceiro grau (tabela 39 e figura 36), apresentando, conforme evidenciado através da análise da tabela 38, acúmulos distintos entre as amostragens realizadas do sexto ao sexagésimo dia após plantio e aquelas obtidas do octagésimo terceiro ao centésimo vigésimo quinto dia. Na última semana do

TABELA 38. Acúmulos médios de cobre nas hastes e folhas da planta, em função da idade, em microgramas por planta e gramas por hectare (467700 plantas/ha).

Dias após o plantio	ug/planta			g/ha		
	Hastes	Folhas	Total	Hastes	Folhas	Total
6	2,03b	6,24c	8,27b	0,94	2,91	3,86
27	3,53b	10,13c	13,66b	1,65	4,73	6,38
55	17,39b	149,82bc	167,21b	8,13	70,07	78,20
69	55,25b	188,07bc	243,32b	25,84	87,96	113,80
83	182,27ab	862,12a	1044,39a	85,24	403,21	488,46
97	350,37a	776,11a	1126,48a	163,86	362,98	526,85
111	264,25a	1197,65a	1461,90a	123,58	560,14	683,73
125	348,34a	681,75ab	1030,09a	162,91	318,85	481,77
d.m.s. (Tukey 5%)	184,45	567,18	668,03			
C.V. (%)	51,45	49,43	44,38			

TABELA 39. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de cobre nas hastes e folhas da planta, em função da idade.

Orgãos da planta	Equações	R^2
Hastes	$\hat{Y} = -86,1685 + 3,3382x$	80,15
Folhas	$\hat{Y} = -181,4514 + 9,2906x$	71,01
Total	$\hat{Y} = 310,9625 - 41,7131x + 0,9802x^2 - 0,0047x^3$	91,01

X = Representa o número de dias após a emergência.

Y = Representa a estimativa da acumulação de cobre em ug/pl.

Figura 34. Acúmulo de cobre, em ug/planta, pelas hastes do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 35. Acúmulo de cobre, em ug/planta, pelas folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

Figura 36. Acúmulo de cobre, em ug/planta, pelas hastes e folhas do crisântemo, em função da idade, em dias.

cultivar Golden Polaris ao campo, o acúmulo de cobre pelas hastes e folhas correspondeu a uma quantidade estimada de 1.232,76 ug por planta, equivalente a uma absorção teórica de 576,56 g por hectare.

4.3. Ensaio em soluções nutritivas

4.3.1. Produção de matéria seca

Os resultados referentes à produção de matéria seca como indicadora do crescimento entre os diversos tratamentos, são apresentados nas tabelas 40 e 41.

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 40, que a influência dos tratamentos na produção de matéria seca, também difere entre os órgãos analisados.

Pela tabela 41, 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 de

Tabela 40. 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, -Cu, -Mg, -S e -B.

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Órgãos da planta (O)	3	864,74	288,24	99,72**
Tratamentos (T)	7	210,44	30,06	10,40**
Interação (O) x (T)	21	213,89	10,18	3,52**
Resíduo	96	277,49	2,89	
Total	127	1566,56		
C.V. (%) = 45%				

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

Tabela 41. 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	4,87a	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) 5%	3,45	2,10	6,54	2,04	10,04
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.

mais, tendo, inclusive, como no caso das folhas novas, superado a média do peso da matéria seca produzida pelo tratamento completo.

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 41, diferenças na produção de matéria seca entre o tratamento completo e os demais tratamentos onde os elementos foram omitidos, excetuando-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 41 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.

4.3.2. Sintomas de deficiências

Deficiência de nitrogênio

Vinte dias após a omissão deste nutriente na 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 ramificações. 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 e KOFRANEK (1958) com as plantas de crisântemo dos cultivares Albatross e Good News e por ROORDA VAN EYSINGA e 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 lígulas que chegaram a se desprender, em quase cem por cento, ao simples toque ou manuseio das inflorescências.

Os sintomas de deficiência, observado no experimento, concordam com a maioria daqueles observados por MESSING e OWEN (1954), WOLTZ e WATERS (1961) e PENNINGSFELD (1972); porém, não foi observado o ângulo agudo formado entre as folhas jovens e o eixo principal da planta. Convém saliantar 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 escurecidas, conforme observado por MESSING e 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 e 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 escurecidas 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 uma concordância na descrição dos sintomas referentes à clorose marginal, observada pelos autores MESSING

e OWEN (1954); JOINER e 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 Spider Luyona. Queimadura marginal das folhas mais novas precedidas do secamento das folhas mais velhas também foi observado por ROORDA VAN EYSINGA e SMILDE (1980) na Holanda, com o cultivar Brown Marble.

Deficiência de cálcio

Os sintomas da deficiência de cálcio surgiram vinte e nove dias após o início do tratamento, observando-se um amarelecimento generalizado das folhas mais novas que apresentavam bordos endurecidos 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 secava 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 e 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 anormalidade 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 omitido. 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 não 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 daqueles 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 e 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, citados por ROORDA VAN EYSINGA e 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 amareladas 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 inflorescência e os sintomas de deficiência foram dos mais acentuados.

Os sintomas observados concordam com aqueles obtidos por MESSING e OWEN (1954), na Inglaterra, inclusive quanto à ausência de florescimento observada para o cultivar Monument. Também outros autores - GILLY (1977) e ROORDA VAN EYSING e SMILDE (1980) - encontraram resultados semelhantes.

4.3.3. 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 42. 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 43. 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.

Tabela 42. Concentrações médias de N, P, K, Ca, Mg, S (%) e de B (ppm), nas folhas velhas, folhas novas, hastes e inflorescências da planta de crisântemo, desenvolvida em soluções nutritivas completa e deficiente.

NUTRIENTES	Folhas velhas			Folhas novas			Hastes			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%
N	1,92a*	0,73 b	0,11	2,25a	0,76 b	0,10	0,68a	0,27 b	0,10	2,32a	1,74 b	0,39
P	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
K	2,80a	0,73 b	0,27	2,87a	0,42 b	0,31	1,07a	0,28 b	0,16	3,16a	2,56 b	0,34
Ca	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
Mg	0,93a	0,63 b	0,09	0,70a	0,48 b	0,11	0,15a	0,06 b	0,02	0,64a	0,34 b	0,12
S	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	56,5a	33,8 b	13,23	67,25a	33,07 b	19,28	6,50a	6,10a	3,92	43,5a	0,00 b	6,73

* 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).

Em plantas dos cultivares Oregon, 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.

Através da tabela 43, 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,

Tabela 43. 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	1,18a	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 dentro do nutriente.

(fv) = folhas velhas (fn) = folhas novas

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 de 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 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 e SMILDE (1980) na Holanda, com os cultivares Spider, Pink Marble e Delaware.

4.4. Observações gerais

O escasso número de pesquisas desenvolvidas sob condições edafoclimáticas brasileiras com os principais cultivares de crisântemo utilizados para fins comerciais, tem trazido, aos interessados, muitas dúvidas sobre a correta condução da cultura, principalmente, quanto ao fator adubação. As diversas recomendações encontradas, provenientes, em sua maior parte, dos Estados Unidos, Holanda e Japão são adaptadas pelos produtores às nossas condições de cultivo, ficando, contudo, incerta a eficiência apresentada.

A quantidade de nutrientes extraída por plantas que apresentem crescimento e produtividade satisfatórios, pode constituir-se em fator auxiliar no estabelecimento de

programas de adubação, visando, não somente a quantidade, mas, a ocasião mais correta em que tal processo deve ser efetuado. Contudo, possíveis flutuações na absorção desses nutrientes aliadas a variações nas condições climáticas, cultivares utilizados e práticas culturais adotadas, fazem com que as tabelas de adubação propostas não sejam consideradas absolutas.

Na Tabela 44 são apresentadas algumas das adubações realizadas por produtores tradicionais do crisântemo, no Estado de São Paulo, durante todo ciclo da cultura, visando, principalmente, o fornecimento de N-P-K. Na análise da tabela, pode ser observada a variação entre a quantidade dos elementos fornecida às plantas, até mesmo dentro de uma mesma região geográfica de produção (Produtores 1, 2 e 3 e Produtores 4 e 5 e para o mesmo cultivar.

Aliado à adubação N-P-K, alguns produtores (Produtor 4) chegam a fornecer à cultura 150 kg/ha de Ca e 60 kg/ha de magnésio, por volta da décima semana de cultivo (70º dia), baseados em observações pessoais quanto à qualidade e durabilidade das inflorescências produzidas. O fornecimento de enxofre não é diretamente objetivado na produção de crisântemo, mas, o elemento é, na maioria das vezes, fornecido à cultura por participar de adubos convencionalmente utilizados, tais como: sulfato de amônio e sulfato de potássio. Assim, outros macronutrientes, mesmo que em pequena quantidade, também tornam-se disponíveis às plantas na utilização de nitrato de potássio, nitrocálcio, nitrato de amônio, superfosfato simples,

TABELA 44. Estimativa da adubação N-P-K realizada na cultura do crisântemo, por alguns produtores do Estado de São Paulo.

elementos kg/ha época	PRODUTOR 1			PRODUTOR 2			PRODUTOR 3			PRODUTOR 4			PRODUTOR 5		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
PLANTIO	-	79	-	34	51	56	-	122	-	48	73	80	32	50	53
1a. semana	10	-	-	40	-	17	-	-	-	100	44	83	40	17	33
2a. semana	20	-	8	40	-	17	21	-	12	-	-	-	-	-	-
3a. semana	30	-	17	40	-	17	42	-	25	-	-	-	16	24	26
4a. semana	30	-	25	40	-	17	42	-	25	-	-	-	-	-	-
5a. semana	30	-	25	40	-	17	42	-	25	100	44	83	-	-	-
6a. semana	30	-	25	25	-	33	42	-	25	-	-	-	-	-	-
7a. semana	30	-	25	25	-	33	42	-	25	-	-	-	30	19	40
8a. semana	30	-	25	25	-	33	42	-	25	10	4	50	-	-	-
9a. semana	30	-	25	25	-	33	42	-	25	-	-	-	-	-	-
10a. semana	-	-	25	-	-	33	42	-	25	-	-	-	-	-	-
11a. semana	-	-	-	-	-	33	-	-	25	-	-	-	-	-	-
TOTAL	240	79	200	334	51	339	357	122	237	258	165	296	118	110	152

superfosfato triplo os quais são escolhidos, primordialmente , em função da economia e disponibilidade no mercado.

Os micronutrientes são fornecidos à cultura, na maioria das vezes, em caráter corretivo, somente após serem detectadas anormalidades de tal natureza. Entretanto, alguns produtores, preventivamente, fazem aplicações à cultura, visando o fornecimento dos elementos boro, zinco e cobre no plantio (Produtor 3) ou próximo à época do desenvolvimento das inflo - rescências (Produtor 5).

Pela Tabela 45, verifica-se a quantidade de macro e micronutrientes acumulada pelas hastes e folhas do cultivar Golden Polaris, ao final do ciclo da cultura, onde a relação N-P-K obtida para o período é 10:1:15 (equivalente à 4,5:1:8 em $N-P_2O_5-K_2O$). Tal proporção não é constante durante todo o desenvolvimento das plantas embora o potássio se mantenha como o elemento acumulado em maior quantidade durante todo o ciclo.

Em comparação com a Tabela 44, como fornecimentos adequados para a produção de hastes e folhas vigorosas, pode-se avaliar o de nitrogênio, efetuado pelo produtor 5 e o de potássio, proporcionado pelos produtores 2 e 4. As demais aplicações às culturas são efetuadas em dosagens aquém ou além das quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio extraídas pelas hastes mais folhas da planta.

TABELA 45. Acumulação de macro e micronutrientes pelas hastes e folhas do cultivar Golden Polaris, após cento e vinte e cinco dias de cultivo ao campo.

Orgãos da planta	Macronutrientes - kg/ha						Micronutrientes - g/ha				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Hastes	95	13	172	23	8	8	111	163	1045	1274	519
Folhas	118	8	150	38	16	8	496	319	2305	3539	754
Total	213	21	322	61	24	16	607	482	3350	5113	1273

5. CONCLUSÕES

5.1. Crescimento

- O crescimento da planta é constante até o quinquagésimo quinto dia, sendo que, a partir desse período, apresenta um brusco aumento caracterizado nas hastes, por um crescimento contínuo até o final do ciclo da cultura e, nas folhas, por uma estabilização a partir do centésimo décimo primeiro dia.

- O acúmulo na produção de matéria seca pelas hastes e folhas das plantas foi sempre crescente, obedecendo a uma equação quadrática; ao final do experimento, a matéria seca total produzida pelas hastes e folhas de uma planta de crisântemo Golden Polaris é estimada em 25 g.

5.2. Concentração de nutrientes

- Nas hastes e folhas da planta, as concentrações de nutrientes são instáveis e variam em função da idade da planta.

- Nas folhas, a concentração de todos os elementos estudados sempre foi superior à das hastes.

- As concentrações dos macronutrientes: nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre diminuem nos órgãos com a idade da planta; o teor de cálcio, embora diminua nas hastes durante o tempo de cultivo, aumenta nas folhas. O fósforo, apesar de apresentar pequena variação no teor foliar, é o único macronutriente a aumentar a concentração nas hastes das plantas, durante o ciclo da cultura.

- No caso dos micronutrientes, a concentração de ferro diminui, a de manganês aumenta, enquanto que, as de boro, zinco e cobre não apresentam uma tendência característica.

5.3. Acúmulo de nutrientes

- A acumulação de nutrientes acompanha, em linhas gerais, a produção de matéria seca, apresentando grande

aceleração do quinquagésimo quinto ao sexagésimo nono dias, período durante o qual intensifica-se o desenvolvimento dos botões florais.

- Aos 125 dias após o plantio das mudas, o acúmulo de nutrientes pelas hastes e folhas de uma planta de crisântemo do cultivar Golden Polaris, obedece a seguinte ordem e quantidade: K - 689,0 mg; N - 458,0 mg; Ca - 130,0 mg; Mg - 52,0 mg; P - 46,0 mg; S - 35,0 mg; Mn - 11,0 mg; Fe - 7,0 mg; Zn - 3,0 mg; B - 1,3 mg e Cu - 1,0 mg.

5.4. Sintomas de deficiências nutricionais

- Os sintomas, identificados em condições de deficiência dos nutrientes, aparecem na seqüência 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 inflorescências assimétricas e com sépalas escurecidas na região basal. A deficiência de cálcio, por folhas novas de colora-

ção amarelada e de bordas torcidas 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.

5.5. Níveis analíticos

- 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 0,13% 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.

LITERATURA CITADA

ADAMS, P; C.J. GRAVES e G.W. WINSOR, 1975a. Some responses of **Chrysanthemum morifolium** (cv. Hurricane) grown as a year-round crop in a peat-sand substrate to micronutrients and liming. Journal of the Science of Food and Agriculture. London, 26:769-778.

ADAMS, P.; C.J. GRAVES e G.W. WINSOR, 1975b. Some effects of copper and boron deficiencies on the growth and flowering of **Chrysanthemum morifolium** (cv. Hurricane). Journal Science of Florida Agriculture. London, 26:1899-1909.

ASEN, S. e C.E. WILDON, 1953. Nutritional requirements of green house chrysanthemums growing in peat and sand. Quartely Bulletin. Michigan State University Agricultural Experiment Station. East Lansing, 36:24-29.

- BOODLEY, J.W. e R. SHELDRAKE, 1973. Boron deficiency and petal necrosis of 'Indianapolis White' chrysanthemum. HortScience. St. Joseph, 8:24-26.
- BOODLEY, J.W. e M.J. MEYER, 1965. The nutrient content of 'Bonnafon Deluxe' chrysanthemums from juvenile to mature growth. Proceedings American Society for Horticultural Science. Geneva, 87:472-478.
- BRANSON, R.L.; R.H. SCIARONI e J.M. RIBLE, 1968. Magnesium deficiency in cut flower chrysanthemums. California Agriculture. Berkeley, 22(8):13-14.
- BUNT, A.C., 1972. The use of fritted trace elements in peat-sand substrates. Acta Horticulturae. Littlehampton, 26: 129-140.
- BUNT, A.C., 1973. Factors contributing to the delay in the flowering of pot chrysanthemums grown in peat-sand substrates. Acta Horticulturae. Littlehampton, 31:163-172.
- CEAGESP, 1986. Boletim informativo anual: dados estatísticos relativos aos produtos hortigrangeiros, pescados e flores afluídos ao entreposto terminal de São Paulo. São Paulo, 254 p.

- COKSHULL, K.E. e A.P. HUGHES, 1968. Accumulation of dry matter by **Chrysanthemum morifolium** after flower removal. Nature. London, 217:979-980.
- CRYLEY, R.A. e W.H. CARLSON, 1970. Tissues analysis standards for various floriculture crops. Florists Review. Chicago, 145(3771):19-20.
- FERNANDES, P.D.; G.D. OLIVEIRA e H.P. HAAG, 1975. Nutrição mineral de plantas ornamentais. VIII - Absorção e deficiências de nutrientes pelo **Chrysanthemum morifolium** L. cv. Suzuki. Anais da ESALQ. São Paulo, 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.
- GLÖECKNER, F.C., 1985. Chrysanthemum Manual. New York, 189 p.
- GOGUE, G.J. e J.C. SANDERSON, 1973. Boron toxicity - a threat of chrysanthemum. HortScience. St. Joseph, 8:473-475.
- GÖRTZ, H., 1968. [The importance of magnesium for chrysanthemum]. DCK Inf., (29):2-6. Apud: Horticultural Abstracts. East Malling, 38(3):594, 1973 (Resumo).

GRAVES, C.J. e J.F. SUTCLIFFE, 1974. An effect of copper deficiency on the initiation and developement of flower buds of **Chrysanthemum morifolium** grown in solution culture. Annals of Botany. London, 38:729-738.

GRAVES, C.J.; P. ADAMS e G.W. WINSOR, 1978. The regulation of flowering by copper in **Chrysanthemum morifolium**. Annals of Botany. London, 42:1241-1243.

HENLEY, R.W., 1968. Concentration gradients and total amounts of fourteen different elements and the effects of graduated supplies of calcium and magnesium on quality attributes and other elements in the leaves of **Chrysanthemum morifolium** L. cv. Indianapolis Yellow. Dissertation Abstracts-Section B. Ann Arbour, 28:3551.

HERSHEY, D.R. e J.L. PAUL, 1981. Critical foliar levels of potassium in pot chrysanthemum. HortScience. St. Joseph, 16(2):220-222.

HILL, H.; M.B. DAVIS e F.B. JOHNSON, 1934. Nutritional studies with chrysanthemums. Scientific Agriculture. Ottawa, 15: 110-125.

HOAGLANDS, D.R. e D.I. ARNON, 1950. The water-culture method for growing plant without soil. California. California Agricultural Station. 30 p. (Circular 347).

HOFFMAN, M. e A. KOMOSA, 1972. [Changes in the uptake of N, P, K, Ca and Mg by *Chrysanthemum indicum* grown in high peat with different pH levels] PTPN 33:123-135. Apud: Horticultural Abstracts. East Malling, 43(9):594, 1973. (Resumo).

JOINER, J.N. e 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. e T.C. SMITH, 1962. Effects of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* 'Bluechip'. Proceedings American Society for Horticultural Science. Geneva, 80:571-580.

JOINER, J.N., 1964. Present status of tissue analysis in diagnosing fertilizer needs of *Chrysanthemum morifolium*. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. Deland, 77:517-520.

JOINER, J.N., 1967. Effects of P, K and Mg levels on growth yield and chemical composition of *Chrysanthemum morifolium* 'Indianapolis White nº 3'. Proceedings American Society for Horticultural Science. Geneva, 90:389-396.

JOINER, J.N. e R.T. POOLE, 1967. Relationship of fertilization frequency to chrysanthemum yield and nutrient levels in soil and foliage. Proceedings American Society for Horticultural Science. Geneva, 90:397-402.

KAZIMIROVA, R.N., 1972. [Nutritional diagnosis of chrysanthemums by leaf composition]. Trudy Gosudarstvennogo Nikitskogo Botanicheskogo Sada, 58:59-67. Apud: Horticultural Abstracts . East Malling, 43(11):765, 1973 (Resumo).

KAZIMIROVA, R.N., 1976. [Diagnosis of chrysanthemum nutrition]. Khimiya v Selskom Khozyaistve, 14(2):70-72. Apud: Horticultural Abstracts. East Malling, 46(12):963, 1976 (Resumo).

LUNT, O.R. e A.N. KOFRANEK, 1958. Nitrogen and potassium nutrition of chrysanthemum. Proceedings American Society for Horticultural Science. Geneva, 72:487-497.

LUNT, O.R.; A.M. KOFRANEK e J.J. OERTLI, 1963. Deficiency symptoms and mineral nutrient levels in Good News chrysanthemum. Exchange. New York, 140(15):39-66.

- MENGEL, K. e E.A. KIRKBY, 1982. Principles of plant nutrition. Berne, International Potash Institute. 655 p.
- MESSING, J.H.L. e O. OWEN, 1954. The visual symptoms of some mineral deficiencies on chrysanthemums. Plant and Soil. The Hague, 5(2):101-120.
- NELSON, P.V., 1971. Copper deficiency in chrysanthemum : critical level and symptoms. Journal of the American Society for Horticultural Science. Alexandria, 96:661-663.
- NISHIMOTO, R.K.; R.L. FOX e P.E. PARVIN, 1975. External and internal phosphate requirements of field grown chrysanthemums. HortScience. St. Joseph, 10(3):279-280.
- PENNINGSFELD, F., 1972. Macro and micro nutrient requirements of pot plants in peat. Acta Horticulturae. Littlehampton, 26:81-101.
- RAIJ, B.V. e M.A.T. ZULLU, 1977. Métodos de análise de solo. Circular IAC. Campinas, (63), jan. 16 p.
- ROORDA VAN EYSINGA, J.P.N.L. e K.W. SMILDE, 1980. Nutritional disorders in chrysanthemums. Wageningen, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 41 p.

- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1:231-233.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba. 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 for Horticultural Science. Geneva, 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, 86:650-655.
- WOLTZ, S.S., 1956. Studies on the nutritional requirements of chrysanthemums. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. Deland, 69:352-356.

WOLTZ, S.S., 1959. Symptoms of nutritional disorders of chrysanthemum and gladiolus. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. Deland, 72:383-385.

WOLTZ, S.S. e W.E. WATERS, 1961. Nitrogen and potassium fertilization of chrysanthemums. Florida Agricultural Experiment Stations Annual Report. Florida, 57:306-307.

WOODSON, W.R. e J.W. BOODLEY, 1983. Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of chrysanthemum. HortScience. St. Joseph, 18(2):196-197.