

**ESTUDOS DE NUTRIÇÃO MINERAL DO QUIABEIRO [*Hibiscus
esculentus* L.] DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E DE
BORO. ABSORÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES.**

MAURO COIMBRA BARRETO COSTA
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Orientador: Prof. Henrique Paulo Haag

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção do
Título de Mestre.

PIRACICABA
Estado de São Paulo
1971

À memória de meu pai,

à minha mãe,

à minha esposa, e

a meus filhos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Expressamos nossos agradecimentos às seguintes pessoas e Instituições:

Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, a cuja orientação devemos este trabalho;

Prof. Dr. José Renato Sarruge;

Prof. Dr. José Mitidieri;

Agronomando Gilberto D. de Oliveira;

Instituto de Pesquisas Agronômicas do Estado de Pernambuco - Recife - Pe;

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP;

Coordenadoria do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (C.A.P.E.S.) - Rio de Janeiro - Gb;

Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas (I.I.C.A.) Turrialba, Costa Rica.

BIOGRAFIA

MAURO COIMBRA BARRETO COSTA, nasceu em Recife, Pernambuco, Brasil, a 8 de março de 1934. Formou-se Engenheiro Agrônomo em 1962, pela Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - Pe.

Exerce o cargo de pesquisador assistente da Seção de Botânica e Ecologia Vegetal do Instituto de Pesquisas Agronômicas do Estado de Pernambuco, tendo exercido até 1969 o cargo de chefe da referida Seção.

Iniciou o curso de Pós Graduação de Solos e Nutrição de Plantas, nível de Mestrado, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em 1970, especializando-se em Nutrição de Plantas.

É autor e co-autor de trabalhos de pesquisas.

INDICE DE QUADROS

<u>Quadros</u>		<u>Pág.</u>
1	- Composição das soluções nutritivas.....	10
2	- Pêso da matéria sêca (g) dos diversos órgãos e total em função dos tratamentos. No tratamento completo não separou-se as fôlhas inferiores das fôlhas superiores. Média mínima de 8 plantas por tratamento.....	19
3	- Porcentagem e mg dos macronutrientes, ppm e µg de boro contidos na matéria sêca dos diversos órgãos em função dos tratamentos. Média mínima de 8 plantas por tratamento. No tratamento completo não separou-se as fôlhas inferiores das fôlhas superiores.....	23
4	- Porcentagem dos macronutrientes na matéria sêca em função da idade. Variedade Campinas 1(1) e Variedade Green Velvet (2)	32
5	- Quantidade de macronutrientes na matéria sêca em kg/ha em função do desenvolvimento das plantas da Variedade Campinas 1 (1) e da Variedade Green Velvet (2)	35

<u>Quadros</u>	<u>Pág.</u>
6 - Micronutrientes em ppm na matéria sêca em função da idade. Variedade Campinas 1 (1) e Variedade Green Velvet (2)	44
7 - Quantidades em g/ha na matéria sêca em função da idade das plantas na Variedade Campinas 1 (1) e Variedade Green Velvet (2)	47

INDICE DE GRÁFICOS E DIAGRAMA

<u>Gráficos</u>	<u>Pág.</u>
Nº 1 - Desenvolvimento em altura (cm).....	30
Nº 2 - Pêso da matéria sêca (g). Média de 8 plantas....	31
Nº 3 - Nitrogênio kg/ha	36
Nº 4 - Fósforo kg/ha	37
Nº 5 - Potássio kg/ha.....	38
Nº 6 - Cálcio kg/ha	39
Nº 7 - Magnésio kg/ha	40
Nº 8 - Enxôfre kg/ha	41
Nº 9 - Boro g/ha	48
Nº 10 - Manganês g/ha	49
Nº 11 - Molibdênio g/ha.....	50
Nº 12 - Ferro g/ha.....	51
Nº 13 - Zinco g/ha	52
Nº 14 - Cobre g/ha	53
 <u>Diagrama</u>	
Nº 1 - Altura (cm) das Plantas. Média de 8 plantas.....	25

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1. Experimento de carência dos macronutrientes e do boro	6
3.2. Experimento de extração dos macro e micronutrientes	8
3.2.1. Solução nutritiva	9
3.3. Análises químicas	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. Experimento de carência dos macronutrientes e do boro	12
4.1.1. Sintomas de carência dos nutrientes.....	12
4.1.1.1. Nitrogênio	12
4.1.1.2. Fósforo	13
4.1.1.3. Potássio	14
4.1.1.4. Cálcio	14
4.1.1.5. Magnésio	15
4.1.1.6. Enxôfre	16
4.1.1.7. Boro	17
4.1.2. Crescimento	18

VIII

	<u>Pág.</u>
4.1.3. Concentração dos nutrientes	18
4.1.3.1. Nitrogênio	20
4.1.3.2. Magnésio	20
4.1.3.3. Fósforo	20
4.1.3.4. Potássio	21
4.1.3.5. Enxôfre	21
4.1.3.6. Cálcio	22
4.1.3.7. Boro	22
4.1.4. Extração dos nutrientes	22
4.1.5. Níveis de nutrientes nas fôlhas	22
4.2. Experimento de extração dos macro e micronu - trientes	24
4.2.1. Crescimento	24
4.2.2. Teor percentual dos macronutrientes du- rante o desenvolvimento das plantas....	26
4.2.2.1. Nitrogênio	27
4.2.2.2. Fosforo	27
4.2.2.3. Potássio	28
4.2.2.4. Cálcio	28
4.2.2.5. Magnésio	29
4.2.2.6. Enxôfre	29
4.2.3. Extração dos macronutrientes durante o desenvolvimento	33
4.2.4. Teor dos micronutrientes em ppm durante o desenvolvimento das plantas	34

IX

4.2.4.1.	Boro.....	34
4.2.4.2.	Manganês	42
4.2.4.3.	Molibdênio	42
4.2.4.4.	Ferro	43
4.2.4.5.	Zinco	43
4.2.4.6.	Cobre	43
4.2.5.	Extração dos macronutrientes durante o desenvolvimento das plantas	45
5.	RESUMO E CONCLUSÕES	54
6.	STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF OKRA (<u>Hibiscus esculentus</u> L.) VARIETIES CAMPINAS 1 AND GREEN VELVET. SUMMARY	59
7.	LITERATURA CITADA	63
	INDICE DE QUADROS	IV
	INDICE DE GRÁFICOS E DIAGRAMA	VI

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, grande importância vem tendo ultimamente a cultura do quiabeiro. No Estado de São Paulo, na zona principal produtora nos arredores de Campinas, encontra-se cultivos de até 12 hectares de um único fazendeiro. No norte e nordeste do Brasil, locais onde o consumo desta hortaliça é mais generalizada encontram-se o maior número de agricultores que produzem em larga escala esta hortaliça.

Entre as variedades cultivadas, destacam-se Campinas 1, Green Velvet e Chifre de Veado.

O quiabeiro situa-se entre as plantas hortícolas de alto valor alimentício, de ciclo vegetativo rápido, de fácil cultivo e de alta rentabilidade.

A colheita, além de ser abundante, em torno de 13 toneladas de frutos por hectare, prolonga-se por vários meses.

Em várias partes do mundo, esta cultura é de grande importância econômica, sendo os seus frutos consumidos em grandes quantidades.

Segundo CLOPTON e colaboradores (1948) e SPIVEY(1957), além do grande consumo no fabrico de sopas, o fruto é comprado em grandes quantidades pelas indústrias para extração de óleo da semente, de boa qualidade para alimentação humana.

Merece destaque especial o seu valor alimentício, pois segundo BERNARDI (1957), 100 gramas de frutos verdes podem conter até 600 unidades U.S.P. de vitamina A⁺, que é de grande importância para a alimentação humana.

Entretanto, não encontrou-se na literatura disponível estudos sobre sintomas de deficiências minerais e sobre absorção dos nutrientes por esta espécie hortícola.

Os objetivos do presente trabalho são:

1. Constatar os efeitos da omissão dos macronutrientes e boro no desenvolvimento e composição química na variedade Campinas 1.
2. Obter o quadro sintomatológico das carências nutricionais dos macronutrientes e do boro na variedade Campinas 1.

⁺ Uma unidade U.S.P. = 0,30 microgramas de vitamina A.

3. Aquilatar o crescimento e a extração dos macro e micronutrientes nas variedades Campinas 1 e Green Velvet.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, BERNARDI (1957), analisando frutos verdes de quiabeiro encontrou a seguinte composição por 100 gramas; 72 mg de cálcio, 53 mg de fósforo e 0,6 mg de ferro.

CHONKAR e colaborador (1963), na Índia, estudaram a nutrição mineral do quiabeiro, variedade Harichikni - R, em vasos tendo como substrato sílica, e regados com solução nutritiva, com níveis crescentes de nitrogênio (0,21, 210, 630 e 1.050 ppm), fósforo (0,3, 93, 237 e 547 ppm) e potássio (0, 8, 78, 704 e 1.048 ppm).

Constataram que a altura; diâmetro do caule; número, comprimento e coloração das folhas; desenvolvimento das raízes e turgidez das plantas responderam positivamente aos níveis crescentes de nitrogênio.

Os níveis crescentes em fósforo tiveram efeito positivo no crescimento, e na altura das plantas.

As plantas carentes em potássio paralizaram o crescimento. O desenvolvimento maior foi obtido quando as concentrações dos elementos na solução eram para o nitrogênio 210 ppm; fósforo 237 ppm e o potássio 78 ppm.

A relação ótima de N, P_2O_5 e K_2O nos tecidos das plantas foi de: 4,5 : 1 : 5,5.

SARIN e colaborador (1965), na Índia estudaram a influência da carência do zinco e manganês no desenvolvimento do quiabeiro (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) em condições controladas. Quando plantas eram submetidas a vegetar em solução nutritiva carente em manganês, 5 semanas após o aparecimento das cloroses, ocorria uma redução no espaçamento dos internódios.

Quando plantas eram postas a vegetar em solução nutritiva carente em zinco notaram logo após 2 semanas clorose nas folhas, e com 3 semanas havia uma diminuição na produção de folhas e no diâmetro do caule. Segundo ainda os mesmos autores, havia uma diminuição na absorção do fósforo e um aumento na atividade da ribonuclease. Concluíram que os sintomas de deficiência de zinco são induzidos pelo aumento de atividade da ribonuclease e conseqüente decréscimo da síntese de proteínas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento de Carência dos Macronutrientes e do Boro

Sementes de quiabeiro (Hibiscus esculentus L.) (1) da variedade Campinas 1 (2), foram postas a germinar em vasos de barro revestidos internamente com tinta plástica Epoxy (3) contendo 7 kg de sílica lavada por vaso. Em cada vaso foram postas a germinar 20 sementes mantendo-se o teor de umidade, mediante adição periódica de água destilada.

Procedeu-se ao desbaste quando as plântulas atingiram aproximadamente 5 cm de altura, que correspondeu a cinco dias após a germinação, eliminando-se as de maior e menor desenvolvimento.

(1) Nos trabalhos indianos são classificados como (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) ?

(2) Proveniente do Instituto Agrônomo de Campinas. São Paulo.

(3) Tintas Coral S.A. - São Paulo.

Neste período passou-se a irrigar os vasos com solução nutritiva completa segundo SARRUGE (1970) (1) diluída a 1:3 com água destilada.

Dez dias após a germinação elevou-se a concentração da solução para 2:3, e quinze dias após a germinação iniciou-se a irrigação com solução deficiente nos nutrientes (3.2.1.).

As plantas foram coletadas, quando apresentaram sintomas visuais nítidos de carência dos nutrientes, tendo sido tomados anteriormente as seguintes mensurações: altura (cm) das plantas, do colo ao ápice e peso da matéria seca (g).

Para melhor identificação das tonalidades das folhas utilizou-se do Atlas de los Colores de VILLALOBOS - DOMINGUES e VILLALOBOS (1947), cujo sistema de classificação e notação é o seguinte:

1. A letra ou letras indicam a cor e seu matiz.
2. O número ou números dão o valor da luminosidade.
3. O grau expressa a tonalidade da matriz.

O material foi dividido em caule, folhas inferiores, que compreendiam as folhas até a metade da altura da planta; folhas superiores (as restantes), flores e frutos. Durante o desenvolvimento da cultura, combateu-se o pulgão (Aphis gossypii)

(1) SARRUGE, J.R. (1970). Comunicação particular. Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba. São Paulo.

com pulverizações a alto volume de arprocarb (1) 0,05 usando-se concentrado emulsionável a 20%.

3.2. Experimento de extração dos macro e micronutrientes

Sementes de quiabeiro (Hibiscus esculentus L.) das variedades Campinas 1 e Green Velvet (2), foram postas a germinar em vasos de barro revestidos internamente com tinta plástica Epoxy, contendo aproximadamente 7 kg de sílica lavada por vaso. Em cada vaso foram postas a germinar 20 sementes de uma das variedades, mantendo-se o teor de umidade, com adições periódicas de água destilada.

Quando as plântulas atingiram 5 cm de altura, cinco dias após germinação, procedeu-se ao desbaste quanto à uniformidade, eliminando-se as de maior e menor desenvolvimento. A seguir passou-se a regar tôdas as plantas com solução nutritiva completa de SARRUGE (1970) diluída com água destilada a 1:3. Dez dias após a germinação, procedeu-se à coleta da primeira amostragem que constou de 25 plantas de cada uma das variedades e elevou-se a concentração da solução nutritiva para 2:3. Finalmente, quinze dias após germinação as plantas passaram a ser regadas com solução completa sem diluição (3.2.1.).

A partir dêste momento as coletas de amostras de am-

-
- (1) Bayer do Brasil Indústrias Químicas S.A. - São Paulo.
(2) Provenientes do Departamento de Botânica da E.S.A. "Luiz de Queiroz" - São Paulo.

bas as variedades foram realizadas de 10 em 10 dias, até aos 70 dias após a germinação, quando o quiabeiro já encontrava-se em plena frutificação. Todas as plantas antes de serem coletadas eram medidas na altura (cm) do colo ao ápice, e posteriormente divididas em caule, fôlha, flôres e frutos. Cada amostra compunha-se de número nunca inferior a 8 plantas. Após a secagem do material era determinado o pêso da matéria sêca (g).

Durante o desenvolvimento da cultura, combateu-se o pulgão (Aphis gossypii) com pulverizações a alto volume de ar procarb 0,05% usando-se o concentrado emulsionável a 20%.

3.2.1. Solução Nutritiva

Tanto no experimento citado em 3.1. assim como no experimento citado em 3.2. utilizou-se as soluções nutritivas formuladas de acordo com SARRUGE (1970) cuja composição é dada no Quadro 1.

QUADRO 1 - Composição das Soluções Nutritivas

Soluções Estoques	T r a t a m e n t o s						
	Completa	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S
	ml/ l	ml/ l	ml/ l	ml/ l	ml/ l	ml/ l	ml/ l
KH ₂ PO ₄ M	1	1			1	1	1
KNO ₃ M	5		5		5	3	3
Ca(NO ₃) ₂ M	5		5	5		1	4
MgSO ₄ M	2	2	2	2	2		
KCl M		5	1			2	2
CaCl ₂ M		5				1	1
NH ₄ H ₂ PO ₄ M				1			
NH ₄ NO ₃ M				2	5		
(NH ₄) ₂ SO ₄ M						2	
Mg(NO ₃) ₂ M							2
Micronutrien tes(1)-Fe	1	1	1	1	1	1	1
Fe - EDTA	1	1	1	1	1	1	1

(1) H₃Bb₃ 2,86 g; MnCl₂·4H₂O 1,81 g; ZnSO₄·7H₂O 0,22 g;
 CuSO₄·5H₂O 0,08 g; H₂MoO₄·H₂O 0,02 g por litro.
 Fe - EDTA (JACOBSON, 1951).

3.3. Análises Químicas

O material de ambos os experimentos logo após a coleta foi primeiramente lavado com água desmineralizada, seguindo-se com água desmineralizada contendo detergente neutro Alconox (1) (1g/litro/ e finalizando com água desmineralizada. A seguir as amostras foram secas em estufa a 80°C e moídas em moíno Willey com peneira nº 20.

Foram obedecidos os seguintes métodos nas determinações químicas: nitrogênio pela técnica Kjeldahl - semi-micro, descrito em MALAVOLTA (1957).

No extrato nitro-perclórico do material foram seguidas as recomendações de LOTT e colaboradores (1956), para dosar o fósforo; sendo ainda determinados no mesmo extrato os teores de potássio por fotometria de chama descrito em SARRUGE (1971). Cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês por espectrofotometria de absorção atômica (THE PERKIN-ELMER CORP, 1966). Enxofre por gravimetria, segundo CHAPMAN e colaborador (1961). Boro e molibdênio segundo JOHNSON e colaborador (1959).

(1) Alconox, INC . New York. U.S.A.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento de Carência dos Macronutrientes e de Boro

4.1.1. Sintomas de Carência dos Nutrientes

Para uma melhor comparação das plantas cultivadas em soluções nutritivas carentes dos nutrientes achou-se por bem descrever uma planta desenvolvida em solução nutritiva completa. Plantas de desenvolvimento normal, de boa conformação, fôlhas inferiores e medianas de coloração verde (LLG-5-11º) fôlhas superiores de coloração verde (LLG-3-10º) e fôlhas novas de coloração (LLG-7-10º). Os botões florais surgiram 20 dias após germinação e apresentaram frutificação normal (diapositivo nº 1).

4.1.1.1. Nitrogênio

Comparando-se as plantas do tratamento com omissão de nitrogênio com as do tratamento completo, observou-se uma redução no tamanho das fôlhas, diâmetro do caule e altura das

plantas. A carência do nitrogênio provocou uma intensa queda dos botões florais, impedindo a frutificação. Os sintomas surgiram e se intensificaram após o oitavo dia de omissão do elemento da solução nutritiva. O quadro sintomatológico mostrou-se completo em torno dos 30 dias após a omissão. As folhas inferiores, velhas, apresentaram coloração amarelada (YL-13-9º) na região internerval do limbo. As folhas mais maduras apresentaram o limbo de coloração amarelo esverdeado, contendo pequenas pontuações de coloração amarela (YL-13-10º) de coloração diferente daquela do limbo. As folhas intermediárias, apresentaram-se de coloração verde pálidas (LLY -8-9º) na região internerval. A coloração verde era mais intensa ao longo das nervuras (diapositivo 2). As folhas superiores apresentaram-se com o limbo de coloração verde pálido (L-8-8º), destacando-se a coloração amarela (L-7-11º) das nervuras.

4.1.1.2. Fósforo

Vinte dias após a omissão deste nutriente da solução nutritiva, surgiram os primeiros sintomas que consistiram na redução do desenvolvimento do diâmetro do caule, folhas intermediárias de tamanho reduzido; desenvolvimento lento do crescimento dos botões florais (20 dias de atraso em relação aos do tratamento completo). Não houve frutificação. Os sintomas de carência fizeram-se visíveis primeiramente nas folhas inferiores e consistiram na perda da coloração verde normal para

uma coloração amarela (Y-14-9º), permanecendo verde apenas as nervuras. Com o progredir da carência as folhas tornaram-se flácidas e secaram dos bordos para o centro do limbo, apresentando nesta fase final uma coloração pardacenta (YYL-10-10º) (diapositivo nº 3). As folhas de situação mediana e superior não apresentaram uma coloração que se diferenciava daquelas do tratamento completo, conquanto que fossem de tamanho menor.

4.1.1.3. Potássio

Plantas vegetando em solução nutritiva carente em potássio, mostraram os primeiros distúrbios fisiológicos após 20 dias, que consistiram na redução de desenvolvimento em altura e diâmetro de caule. Inicialmente, amareleceram (LLY-9 - 12º) as folhas inferiores, mais velhas, sintomas estes que transferiram-se para as folhas medianas de coloração amarela (L-9-11º). Neste estágio os bordos das folhas mais velhas necrosaram; ocasião em que surgiram no limbo de todas as folhas (velhas, medianas e novas) pontuações necróticas (diapositivo nº 4). Apesar do quadro sintomatológico nítido, houve frutificação com 10 dias de atraso, em relação às plantas bem nutridas, sendo que os frutos foram em número e peso bem inferior.

4.1.1.4. Cálcio

Os sintomas de cálcio mostraram-se 12 dias após a omissão deste elemento da solução nutritiva. Plantas de desen-

volvimento reduzido, e as fôlhas mostraram-se menores quando con-
frontadas com sadias. Ao contrário da maioria das espécies vege-
tais os sintomas de carência evidenciaram-se inicialmente nas
fôlhas inferiores, fato êste já registrado na literatura, em ou-
tras espécies vegetais (HAAG, 1965; MARTIN, 1958; MALAVOLTA e co-
laboradores, 1962; FERNANDES, 1971). O limbo das fôlhas inferio-
res amareleceram (Y-14-9º) permanecendo sômente verdes as nervu-
ras. Com o progredir da falta dêste nutriente as fôlhas perderam
a turgidez, tornaram-se flácidas e translúcidas. No estágio fi-
nal as fôlhas secaram e se desprenderam do caule. As fôlhas in-
termediárias perderam a coloração verde passando a amarela (LLY-
8-9º) (diapositivo nº 5).

As fôlhas superiores, novas apresentaram coloração
idêntica a de plantas normais. Plantas carentes em cálcio não
frutificaram.

4.1.1.5. Magnésio

Os primeiros sintomas da carência de magnésio surgiram
14 dias após a omissão dêste nutriente. Plantas de porte normal;
caule fino; fôlhas de tamanho idêntico ao de plantas bem nutri-
das neste elemento. Não houve frutificação. A sintomatologia da
carência iniciou-se pelas fôlhas inferiores, mais velhas e con-
sistia num amarelecimento (YL-12-9º) do limbo, permanecendo le-
vemente verdes as nervuras. As fôlhas desprendiam-se facilmente
do caule. As fôlhas de localização um pouco acima (menos velhas)

apresentavam-se levemente amareladas (L-7-10^o); sendo que as fôlhas intermediárias mostravam o limbo em coloração verde amarelado (L-12-12^o) sôbre o qual se destacavam as nervuras de coloração verde normal (diapositivo n^o 6). Neste estágio as fôlhas mais velhas remanescentes, apresentaram uma acentuação da coloração amarela do limbo, tornaram-se flácidas e finalizando por secarem. Com o progredir da carência êste quadro sintomatológico foi-se repetindo nas fôlhas intermediárias. As fôlhas novas não apresentaram qualquer sintoma que as diferenciasse das fôlhas de plantas normais.

4.1.1.6. Enxôfre

Vinte dias após a omissão do enxôfre da solução nutritiva surgiram os primeiros sintomas que consistia na redução do desenvolvimento das plantas em altura e em vigor apesar do aparecimento dos botões florais, não ocorreu a fructificação. Nas fôlhas os sintomas foram inicialmente observados nas inferiores contrariando a sintomatológica apresentada pela maioria das plantas (MALAVOLTA e colaborador (1964)), de coloração amarela (L-9-9^o) do limbo, sôbre o qual surgiram manchas necróticas em pequeno número. As fôlhas intermediárias apresentaram o limbo esmaecido, com área de coloração verde claro (LG-2-12^o) em forma de polígonos irregulares e se situavam entre as nervuras terciárias e quaternárias (diapositivo n^o 7). As fôlhas novas e as dos brotamentos laterais apresentavam as extremidades das nervu

ras e do limbo como que queimadas. O mesmo fenômeno foi observado nas extremidades das bracteias dos botões florais.

4.1.1.7. Boro

Plantas vegetando em solução nutritiva carente em boro, apresentaram os primeiros sintomas de distúrbios fisiológicos após 10 dias. Paralisação do crescimento; folhas coriáceas ao tato, folhas de bordos revolutos, isto é, voltado para baixo. As folhas inferiores mais velhas, de tamanho normal, apresentaram manchas amarelas (L-8-10^o) na área do limbo, apresentando as margens revolutas, voltadas para baixo. As folhas de localização intermediária, de coloração verde escuro, com manchas amareladas (G-4-6^o) espalhadas no limbo. As folhas superiores apresentaram o mesmo aspecto, com a coloração amarela (GE-5-5^o) e extremamente turgidas. As folhas novas perderam a coloração verde normal, sendo substituída pela coloração amarela (GE-5-5^o) abrangendo inclusive as nervuras. As folhas recém-surgidas, amareladas, com as nervuras voltadas para baixo, tendo os bordos do limbo voltados para cima. (diapositivo n^o 8). Após 46 dias de omissão de boro da solução nutritiva, as folhas primordiais morreram; os botões florais secaram e caíram. Os pecíolos das folhas novas, assim como, a parte superior do caule acharam-se entumescidos, destacando-se da parte restante. Não houve frutificação.

4.1.2. Crescimento

Os dados de desenvolvimento em altura (cm), assim como o peso de matéria seca (g) dos diversos órgãos das plantas, em função dos tratamentos acham-se reproduzidos no diagrama nº 1 e Quadro 2. Observa-se, inicialmente, que aos 40 dias as plantas carentes em nitrogênio apresentaram uma paralização quase que completa, no seu crescimento. Plantas carentes em magnésio, apesar de apresentarem sintomas nítidos de desnutrição, ultrapassaram em altura e em peso de matéria seca, as plantas sadias. Aos 60 dias, quando os tratamentos restantes fizeram se sentir, constatou-se uma diminuição no ritmo de crescimento das plantas e no peso da matéria seca das plantas de todos os tratamentos. Interessante assinalar que aos 60 dias o tratamento que mais influiu no desenvolvimento em altura das plantas, foi a omissão do boro, e em peso de matéria seca, foi o tratamento com omissão de cálcio. Apesar da constatação de um quadro sintomatológico nítido de carência em potássio, foram as únicas plantas desnutridas que chegaram a frutificar. Plantas carentes em fósforo e enxofre chegaram a florescer sem, contudo, frutificarem. A omissão dos nutrientes afetaram o desenvolvimento em peso de matéria seca das plantas, na seguinte ordem crescente dos tratamentos: -N, -Ca, -B, -S, -P, -K e completo.

4.1.3. Concentração dos nutrientes

Através da análise química da matéria seca das plantas

QUADRO 2 - Pêso da matéria seca (g) dos diversos órgãos e total em função dos tratamentos. *No trata-
 mento completo não separou-se as folhas inf. das folhas sup. Média mínima de 8 Pl.p/tratamento.

Tratamentos	Idade das Pl. (dias)	Caule (g)	Ó R G Ã O S				Frutos (g)	Total (g)
			F.Inferiores (g)	F.Superiores (g)	Flôres (g)			
Completo	40	4,43	3,85*	-	0,19	-	8,47	
Omissão de N	40	2,54	1,36	0,90	-	-	4,80	
Omissão de Mg	40	6,55	1,62	2,12	-	-	10,29	
Completo	60	17,06	9,25*	-	0,56	4,08	30,95	
Omissão de P	60	9,78	1,62	2,86	0,46	-	14,72	
Omissão de K	60	9,30	3,42	4,67	0,87	1,87	20,73	
Omissão de S	60	7,20	1,65	3,40	0,50	-	12,75	
Omissão de Ca	60	5,65	1,25	1,95	-	-	8,85	
Omissão de B	60	6,55	1,62	2,32	-	-	10,49	

provenientes dos diversos tratamentos, tornou-se possível estabelecer os teores porcentuais dos nutrientes nas mesmas e se acham expostos no Quadro 3.

4.1.3.1. Nitrogênio

Observa-se que aos 40 dias de idade a concentração de nitrogênio é elevada no quiabeiro, notadamente nas flôres. Em plantas carentes deste nutriente ocorreu uma intensa translocação do nitrogênio do caule e das fôlhas inferiores para as fôlhas superiores. Fenômeno este já conhecido e registrado na literatura (BEEVERS e colaborador, 1969; GAUCH, 1957; JONES, 1966; PIRSON, 1955, entre outros). Tudo indica ser o quiabeiro exigente em nitrogênio, pois mesmo nas fôlhas superiores, onde o teor apresenta-se elevado (3,26%) foram constatados sintomas de carência.

4.1.3.2. Magnésio

Teores mais elevados de magnésio são encontrados nas fôlhas e no caule, sendo que nas flôres o seu teor apresenta-se mais reduzido, ao contrário do nitrogênio. Parece que este nutriente mostra-se pouco móvel dentro da planta, como se pode verificar pelo seu teor nas fôlhas, as inferiores apresentaram maior concentração do que as superiores.

4.1.3.3. Fósforo

O fósforo mostra-se móvel dentro das plantas, apresen

tando-se em maiores concentrações nas flôres e frutos, nas plantas bem supridas deste elemento. O mesmo fenômeno foi observado em plantas carentes deste macronutriente, onde se observou uma intensa translocação do caule para as folhas superiores e para as flôres. Interessante assinalar que a concentração nas flôres foi semelhante em plantas sadias e deficientes. A facilidade de translocação do fósforo é conhecida na literatura (BINGHAM, 1966; BROYER e colaborador, 1959).

4.1.3.4. Potássio

O teor porcentual é idêntico nos vários órgãos das plantas sadias, apresentando-se levemente superior nos frutos. Já em plantas carentes ocorreu uma intensa translocação dos diversos órgãos para as flôres e frutos, onde inclusive superam as concentrações das plantas sadias.

4.1.3.5. Enxôfre

Em plantas bem nutridas, o enxôfre apresentou-se em maior proporção nas folhas, vindo a seguir nas flôres, e em concentração idêntica nos frutos e no caule. Ocorrendo uma desnutrição deste elemento, ele se torna parcialmente móvel dentro das plantas, translocando-se do caule, para as flôres, onde chega a se igualar ao nível das plantas sadias, fato este, já comentado na literatura por vários autores, em outras espécies vegetais (BIDDULPH e colaboradores, 1956; DUTT, 1962; HAAG, 1965).

4.1.2.6. Cálcio

Apresentou-se em maior concentração nas folhas, sendo que nos frutos apresenta-se em menor concentração, Este fato verificou-se tanto em plantas sadias como em deficientes. As folhas mostraram a pequena mobilidade deste elemento, visto concentrar-se em maior porcentagem nas folhas inferiores, mais velhas, fato este já conhecido na literatura (HUBERT e colaborador, 1955; MALAVOLTA e colaborador, 1962; HAAG, 1965).

4.1.2.7. Boro

Apresentaram-se com um comportamento ao do cálcio, este é de pouca mobilidade dentro da planta. Concentrando-se em maior proporção nas folhas inferiores, tanto em plantas sadias como em plantas deficientes.

4.1.4. Extração dos Nutrientes

Embora a porcentagem dos nutrientes de alguns órgãos de plantas com carência tivessem aproximado das plantas do tratamento completo, ou mesmo ultrapassado como no caso de flôres no tratamento com omissão de potássio, a quantidade de mg contido por planta é bem inferior, como se observa no Quadro 3, comparando os tratamentos com omissão dos nutrientes com o completo.

4.1.5. Níveis de Nutrientes nas Folhas

Com o intuito de fornecer informação que possam no

QUADRO 3 - Porcentagem e dos macronutrientes, ppm e mg de boro contidos na matéria seca dos diversos órgãos em função dos tratamentos. Média mínima de 8 plantas por tratamento. *No tratamento completo não separou-se as folhas inferiores das folhas superiores.

Tratamentos	Idade das Pl. (dias)	Ó R G Ã O S												Total mg
		Caulo		F. Inferiores		F. Superiores		Flores		Frutos		Total		
		%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	mg
Omissão de N	40	0,80	20	1,82	20	3,26	46	-	-	-	-	-	-	86,0
Completo		1,47	65	3,71*	143*	-	-	4,69	9	-	-	-	-	217,03
Omissão de Mg	40	0,17	11	0,24	5	0,22	4	-	-	-	-	-	-	20,0
Completo		0,66	29	0,86*	33*	-	-	0,55	1	-	-	-	-	63,0
Omissão de P	60	0,07	7	0,17	2	0,30	8	0,42	2	-	-	-	-	19,0
Completo		0,14	24	0,41*	38*	-	-	0,52	3	0,46	19	-	-	84,0
Omissão de K	60	0,70	60	1,05	40	2,55	120	3,10	20	3,30	45	-	-	200
Completo		1,55	264	2,00*	185*	-	-	1,85	8	2,30	94	-	-	551
Omissão de S	60	0,09	7	0,14	2	0,17	6	0,22	1	-	-	-	-	16
Completo		0,16	28	0,34*	32*	-	-	0,23	1	0,16	6	-	-	67
Omissão de Ca	60	0,52	29	2,94	35	1,60	31	-	-	-	-	-	-	95
Completo		0,87	148	3,73*	345*	-	-	2,28	10	0,59	24	-	-	527
		ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	ppm	mg	mg
Omissão de B	60	20,6	0,66	40,4	1,25	25,1	1,55	14,0	0,07	-	-	-	-	3,53
Completo		28,0	4,77	107,1*	9,90	-	-	49,7	0,28	37,1	1,51	-	-	16,46

futuro servir de subsídio para a avaliação do estado nutricional desta cultura, através da técnica de diagnose foliar. O quadro 4 apresenta os níveis dos nutrientes nas folhas.

QUADRO 4 - Teores dos Nutrientes em Folhas com Deficiência e em Folhas sem Deficiência

Nutriente	Idade das Plantas dias	Folhas com Deficiência	Folhas sem Deficiência
N	40	1,82%	3,71%
Mg	40	0,24%	0,86%
P	60	0,17%	0,41%
K	60	1,05%	2,00%
S	60	0,14%	0,34%
Ca	60	2,94%	3,73%
B	60	25,1 ppm	107,1 ppm

Digno de nota, é o alto teor de nitrogênio em folhas sem deficiência; assim como o elevado teor porcentual de cálcio, idêntico ao do nitrogênio e mesmo superando-o nas folhas com deficiência. Chamou igualmente atenção a concentração elevada de boro nas folhas sem deficiência.

4.2. Experimento de Extração dos Macro e Micronutrientes

4.2.1. Crescimento

No Gráfico Nº 1 e Nº 2 em que são expostos a altura (cm) e peso de matéria seca (g) plantas de cada uma das varie

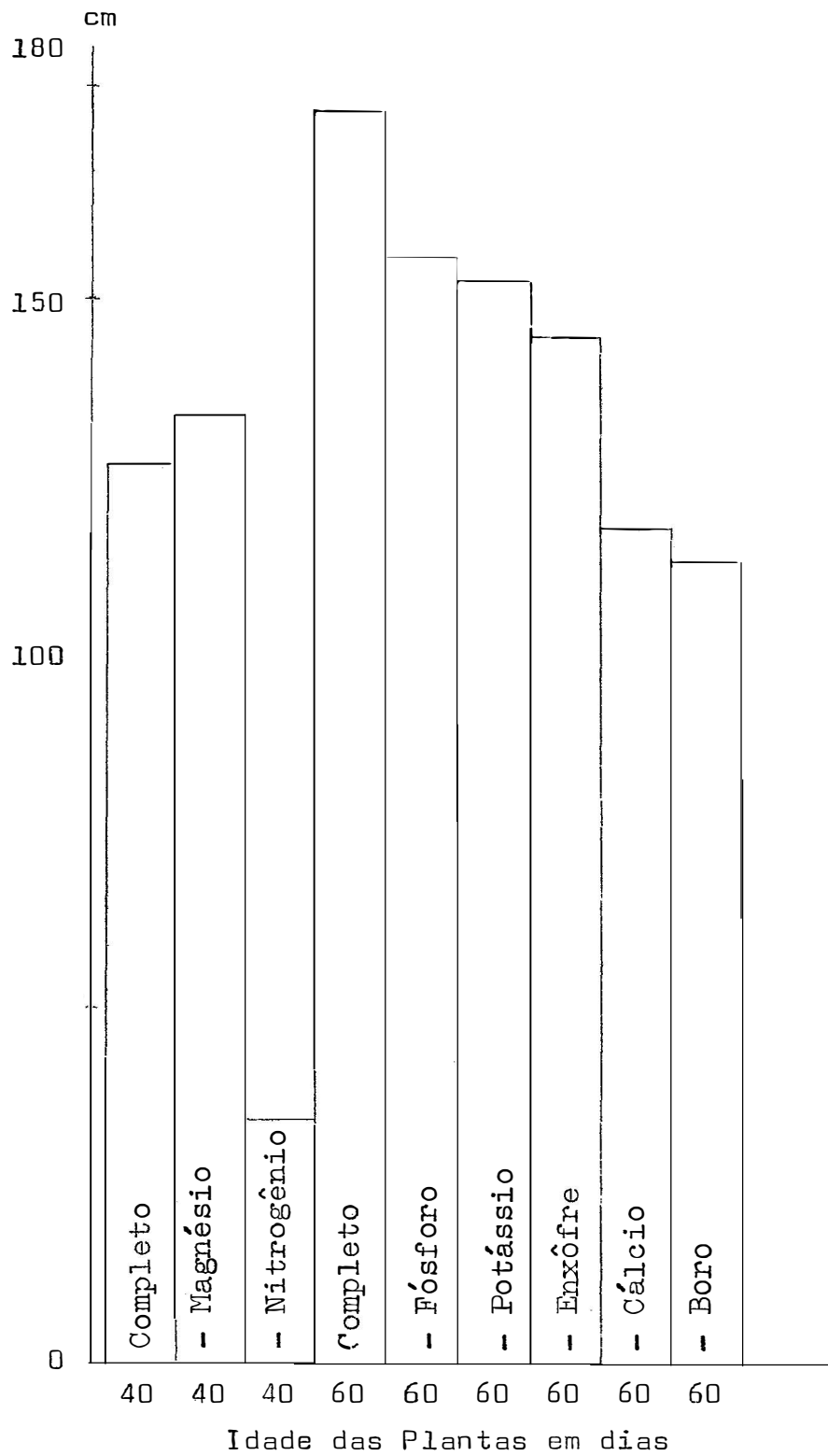


DIAGRAMA Nº 1 - Altura (cm) das plantas.

Média de 8 plantas.

dades pode-se verificar que as plantas da variedade Green Velvet tiveram um desenvolvimento maior de que a variedade Campinas 1.

A curva de crescimento para variedade Green Velvet foi contínua sem deflexão até aos 60 dias, quando as plantas encontram-se em plena frutificação. A variedade Campinas 1, sofre uma diminuição no ritmo de crescimento, no início da frutificação, entre os 40 e 50 dias, crescimento este que se acentua aos 50 dias até 70 dias de idade. Embora a variedade Green Velvet tivesse maior desenvolvimento apresentou-se um menor peso de matéria seca, confrontada variedade Campinas 1.

A produção de flores e frutos na variedade Green Velvet foi superior a variedade Campinas 1 em cerca de 6 g aos 70 dias.

4.2.2. Teor Porcentual dos Macronutrientes durante o Desenvolvimento das Plantas

Através das análises químicas da matéria seca das diversas amostras, das variedades Campinas 1 e Green Velvet, tornou-se possível a obtenção dos teores médios dos macronutrientes no caule, folhas, flores e frutos.

O Quadro 4 apresenta os teores em porcentagem dos macronutrientes em ambas as variedades, em função do peso da matéria seca. Observa-se que de um modo geral as porcentagens dos nutrientes são mais elevados na variedade Green Velvet.

4.2.2.1. Nitrogênio

Para este nutriente as maiores concentrações encontraram-se nas partes superiores das plantas, principalmente flôres e frutos, devido a sua fácil translocação. Na literatura encontra-se inúmeras referências atestando a fácil translocação do nitrogênio, BEEVERS e colaborador (1969), JONES (1966), entre outros.

A concentração deste nutriente em ambas as variedades decresce nas fôlhas à medida que as plantas se desenvolvem. No caule a porcentagem de N aumenta até o início da frutificação decaindo após este estadio. Nos frutos apresenta-se com pouca variação; sendo que nas flôres ocorre uma ascensão com a idade da planta.

4.2.2.2. Fósforo

Este nutriente apresentou sempre maiores concentrações nas porções superiores, devido a sua fácil translocação. A facilidade de se translocar é citada na literatura, por BINGHAM (1966); BOLLARD e colaborador (1966), entre outros. A concentração deste nutriente em ambas as variedades decresce no caule à medida que a planta evolui. Nas fôlhas a porcentagem aumenta até o fim do ciclo. Nas flôres apresenta pouca variação; nos frutos apresenta uma elevação dos teores com a idade das plantas.

4.2.2.3. Potássio

Apresentou-se móvel dentro da planta, em maior concentração nos frutos. A translocação do potássio é conhecida na literatura em inúmeras artigos, entre outros (HEWITT, 1963; ULRICH e colaborador, 1966). Digno de nota é a diferença dos teores percentuais entre as duas variedades, tendo a variedade Green Velvet apresentado mais do dobro da concentração da variedade Campinas 1. A concentração em ambas as variedades decresce no caule à medida que a planta evolui. Nas folhas enquanto na variedade Campinas 1 diminui com a idade da planta, na variedade Green Velvet aumenta; nas flores ocorrem o mesmo, ou seja, diminuição com a idade na variedade Campinas 1, e aumenta com a idade na variedade Green Velvet.

4.2.2.4. Cálcio

Como se pode verificar o cálcio é pouco móvel dentro da planta, sendo que os frutos apresentam porcentagem inferior daquela encontrada no caule em ambas as variedades. Esta pequena mobilidade deste nutriente, tem sido citada, por inúmeros autores, em outras espécies vegetais CHAPMAN (1966), GAUCH (1957) entre outros. As folhas aumentam com a idade o teor percentual. Para as flores a concentração diminui com a idade na variedade Campinas 1 e aumenta na variedade Green Velvet. A concentração no fruto diminui com a idade em ambas variedades.

4.2.2.5. Magnésio

Encontra-se na literatura referências atestando a fácil translocação do magnésio (EMBLETON, 1966; HEWITT, 1963).

Como observou-se para o potássio, o magnésio no quiabeiro, comportou-se de mobilidade intermediária, FERNANDES(1971), e BUKOVAC e colaborador (1957) verificaram o mesmo em pimentão e feijoeiro. Os teores percentuais no caule diminui com a idade. Nas folhas na variedade Campinas 1, aumenta até aos 40 dias e em seguida diminui com a idade, na variedade Green Velvet diminui com a idade. As flores em ambas as variedades aumenta a concentração com a idade. Os frutos mantêm a mesma concentração independente da idade.

4.2.2.6. Enxôfre

Referências encontradas na literatura, aludem a mobilidade intermediária do enxôfre nas plantas, em outras espécies hortícolas (BUKOVAC e colaborador, 1957; FERNANDES, 1971; HAAG, 1970).

Para o quiabeiro o enxôfre também mostrou-se relativamente móvel apresentando maiores concentrações nas partes superiores da planta. A concentração deste nutriente em ambas as variedades decresce no caule à medida que as plantas desenvolvem-se. No caule na variedade Campinas 1 decresce com a idade, na variedade Green Velvet cresce até os 50 dias decrescendo daí por diante. Nas flores de ambas as variedades decresce com a idade. Nos frutos a porcentagem é crescente em ambas as variedades com a idade.

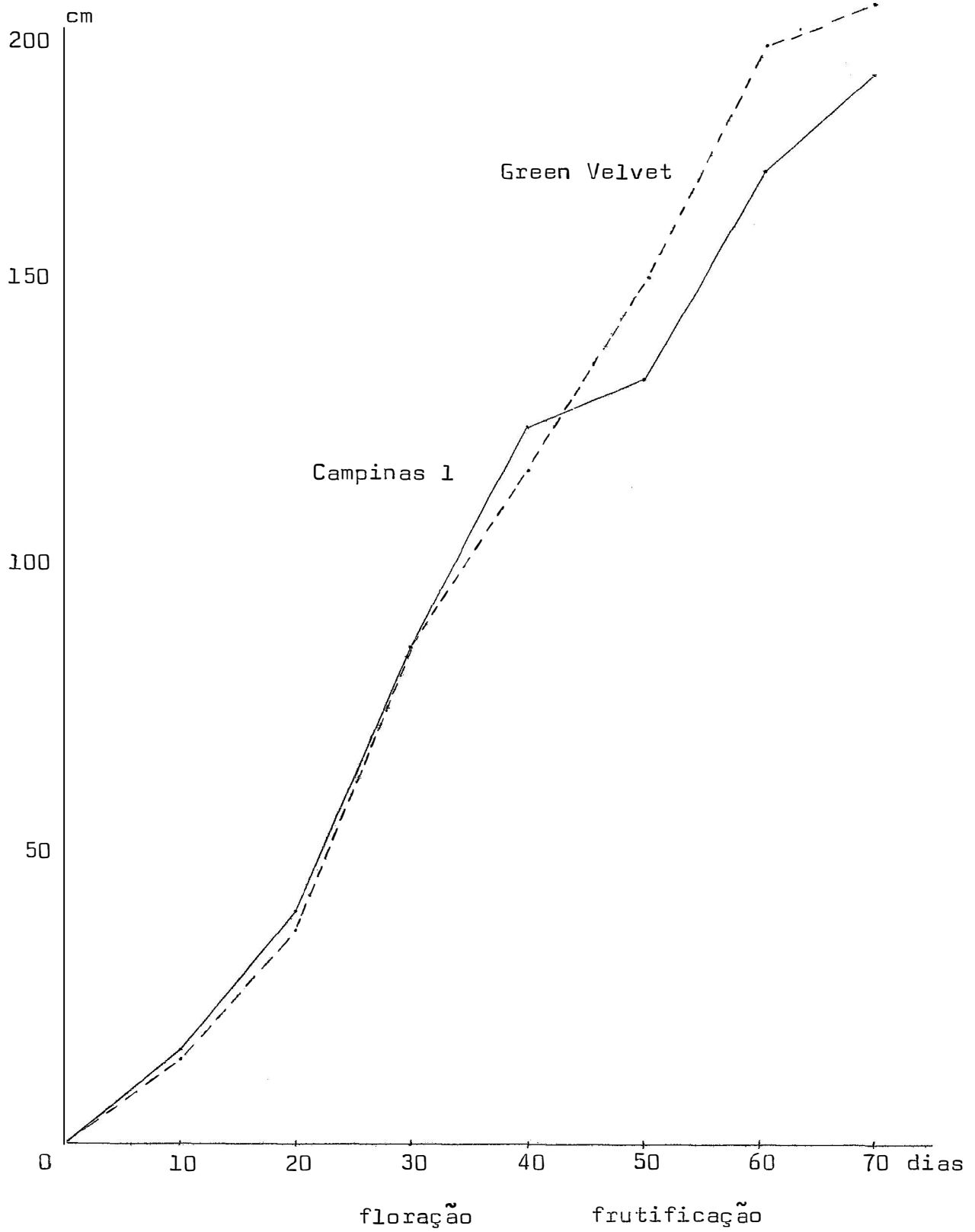


GRÁFICO Nº 1 - Desenvolvimento em altura (cm)

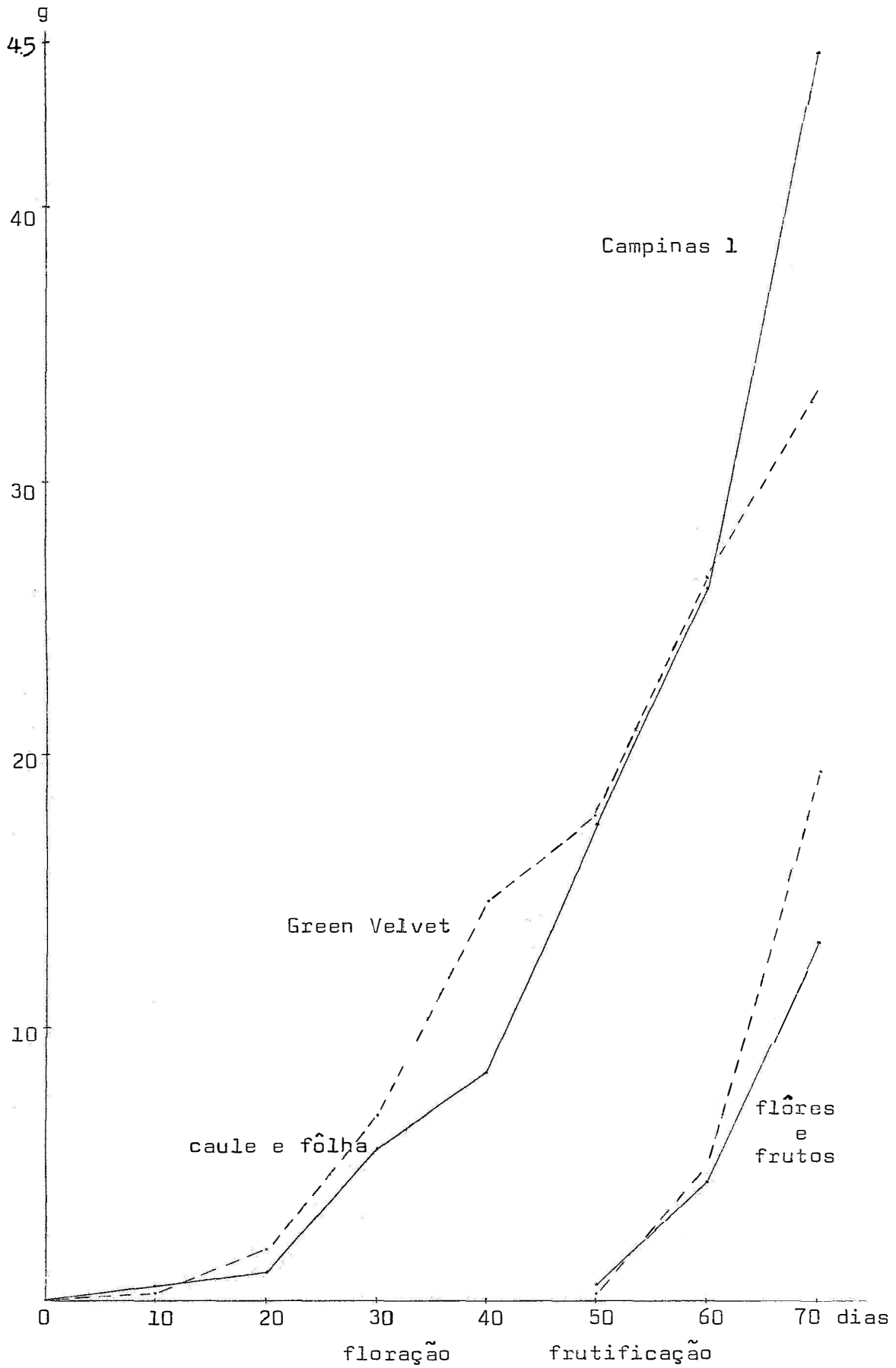


GRÁFICO Nº 2 - Pêso de Matéria Sêca (g). Média de 8 Plantas.

QUADRO 4 - Porcentagem dos macronutrientes na matéria seca em função da idade. Variedade Campinas 1 (1) e Variedade Green Velvet (2).

ÓRGÃOS	Idade das Pl. (dias)	N U T R I E N T E S											
		N%		P%		K%		Ca%		Mg%		S%	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Caul e fôlhas 10	4,13	3,64	0,56	0,55	2,60	3,30	2,16	1,89	0,89	0,78	0,42	0,29	
Caul e	1,12	1,26	0,29	0,32	4,20	4,00	1,60	1,73	0,80	0,89	0,25	0,24	
Fôlhas	5,11	4,62	0,37	0,40	3,05	3,70	2,30	2,43	0,74	0,80	0,53	0,18	
Caul e	1,40	1,26	0,26	0,29	3,60	3,90	1,49	1,47	0,76	0,82	0,27	0,22	
Fôlhas	4,90	3,99	0,39	0,37	2,45	3,30	2,39	3,03	0,75	0,76	0,41	0,33	
Caul e	1,47	1,40	0,26	0,21	2,90	3,10	1,54	1,13	0,66	0,62	0,24	0,18	
Fôlhas	3,71	4,20	0,37	0,21	2,50	3,15	3,32	3,09	0,86	0,76	0,33	0,33	
Caul e	1,82	1,19	0,24	0,22	2,85	3,90	1,46	1,47	0,62	0,61	0,26	0,18	
Fôlhas	3,99	4,20	0,38	0,40	2,70	4,00	3,68	4,02	0,75	0,69	0,40	0,35	
Flôres	4,27	4,20	0,67	0,58	1,85	3,25	2,28	1,92	0,51	0,51	0,35	0,29	
Caul e	1,40	1,40	0,14	0,24	1,55	2,85	0,87	1,32	0,46	0,58	0,16	0,19	
Fôlhas	3,78	4,06	0,41	0,43	2,00	3,25	3,73	4,10	0,66	0,64	0,34	0,32	
Flôres	2,94	3,64	0,52	0,59	1,50	3,75	1,82	2,86	0,51	0,59	0,23	0,23	
Frutos	3,01	3,22	0,46	0,51	2,30	4,60	0,59	0,69	0,37	0,44	0,16	0,21	
Caul e	1,26	1,05	0,17	0,11	1,25	3,50	0,27	1,10	0,44	0,49	0,16	0,22	
Fôlhas	3,99	3,57	0,40	0,40	1,90	4,50	3,86	4,29	0,62	0,57	0,31	0,26	
Flôres	3,50	3,43	0,60	0,57	1,65	1,90	2,17	3,32	0,56	0,64	0,25	0,21	
Frutos	2,94	3,36	0,55	0,54	1,90	4,40	0,46	0,57	0,38	0,44	0,18	0,43	

4.2.3. Extração dos Macronutrientes Durante o Desenvolvimento

Para melhor aquilatar-se as quantidades dos macronutrientes, extraídos pelas duas variedades de quiabeiro durante o crescimento, organizou-se o Quadro 5 e os Gráficos n^{os} 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Para uma melhor visualização os dados são apresentados em função de uma plantação contendo 20.000 plantas/ha que segundo a literatura é a população normal para a cultura no Estado de São Paulo (BERNARDI, 1957).

A extração dos nutrientes é nas diversas fases de crescimento semelhante em ambas as variedades, com exceção do potássio. A variedade Green Velvet possui mais capacidade de extração do potássio, superando grandemente a variedade Campinas 1 em tôdas as fases de crescimento. Verificou-se que a extração é mínima até os 20 dias, quando ocorre um aumento crescente na extração dos nutrientes por tôdas as partes da planta, em ambas as variedades.

Digno de nota, é o fato de que a extração de potássio pela variedade Green Velvet é superior a quantidade de nitrogênio extraída por ambas as variedades.

SILVEIRA e colaboradores (1971) recomendaram, baseados em MAKISHIMA (1969), a aplicação do nitrogênio parcelado

em 3 ou 4 aplicações a partir do 30º dia após o plantio, época em que a extração dos macronutrientes acentua-se coincidindo com o florescimento e início da frutificação. É digno de nota a grande diferença na exportação total de nutrientes pelos frutos entre as variedades aos 70 dias de idade; assim, a variedade Green Velvet exporta 37,14 kg/ha contra a variedade Campinas 1 que exporta 16,16 kg/ha. A quantidade de nutriente que permanece no campo é aproximadamente idêntica nas duas variedades (62,5 kg/ha). Embora ambas as variedades sejam exigentes em cálcio, muito pouco é exportado através da produção de frutos, como se pode observar no Gráfico nº 6.

4.2.4. Teor dos Micronutrientes em ppm Durante o Desenvolvimento das Plantas

Através das análises químicas do material seco, das variedades Campinas 1 e Green Velvet, tornou-se possível a obtenção dos teores médios dos micronutrientes no caule, folhas, flores e frutos.

Pelo exame do Quadro 6 pode-se verificar os teores em ppm dos micronutrientes em ambas as variedades expressos em função do peso da matéria seca, durante o desenvolvimento de ambas as variedades.

4.2.4.1. Boro

Para este nutriente verifica-se que os maiores teores

QUADRO 5 - Quantidade de macronutrientes na matéria seca em kg/ha em função do desenvolvimento das plantas da Variedade Campinas 1 (1) e da Variedade Green Velvet (2).

Dias a partir da germinação	Partes das Plantas	Nutrientes kg/ha											
		N		P		K		Ca		Mg		S	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	Caul e Fôlha	0,32	0,18	0,04	0,02	0,20	0,16	0,18	0,10	0,06	0,04	0,04	0,02
	Total	0,32	0,18	0,04	0,02	0,20	0,16	0,18	0,10	0,06	0,04	0,04	0,02
20	Caul e	0,10	0,16	0,02	0,04	0,34	0,52	0,14	0,22	0,06	0,12	0,02	0,02
	Fôlha	0,56	1,02	0,04	0,08	0,34	0,82	0,26	0,54	0,08	0,18	0,04	0,04
	Total	0,66	1,18	0,06	0,12	0,68	0,34	0,40	0,76	0,14	0,30	0,06	0,06
30	Caul e	0,84	0,80	0,16	0,18	2,20	2,50	0,92	0,94	0,46	0,52	0,16	0,14
	Fôlha	2,68	2,88	0,22	0,26	1,34	2,38	1,30	2,18	0,40	0,54	0,22	0,24
	Total	3,52	3,68	0,38	0,44	3,54	4,88	2,22	3,12	0,86	1,06	0,38	0,38
40	Caul e	1,30	2,16	0,22	0,32	2,56	4,80	1,36	1,74	0,58	0,96	0,22	0,28
	Fôlha	2,86	5,92	0,30	0,28	1,98	4,44	2,62	4,36	0,68	1,08	0,26	0,48
	Total	4,16	8,08	0,52	0,60	4,54	9,24	3,98	6,10	1,26	2,04	0,48	0,76
50	Caul e	3,84	2,24	0,46	0,42	5,46	7,36	2,78	2,76	1,18	1,14	0,54	0,34
	Fôlha	0,26	0,26	0,04	0,04	0,12	0,20	0,14	0,12	0,02	0,04	0,02	0,02
	Flor	6,40	6,96	0,60	0,66	4,32	6,64	5,90	6,66	1,20	1,14	0,64	0,58
Total	10,14	9,46	1,10	1,12	9,90	14,20	8,82	9,54	2,40	2,32	1,20	0,94	
60	Caul e	4,78	4,82	0,48	0,82	5,28	4,80	2,46	4,52	1,90	2,00	0,46	0,66
	Fôlha	7,16	7,64	0,76	0,80	3,70	6,12	6,90	7,72	1,22	1,20	0,64	0,60
	Flor	0,32	0,46	0,06	0,08	0,16	0,46	0,20	0,34	0,06	0,08	0,02	0,02
Total	14,72	15,62	1,68	2,12	11,02	20,24	1,54	13,16	3,48	3,64	1,24	1,46	
70	Caul e	6,22	4,52	2,82	0,48	6,16	15,10	1,32	4,74	2,16	2,10	0,78	0,96
	Fôlha	15,12	8,78	1,52	0,98	7,20	11,08	14,12	10,56	2,34	1,40	1,20	0,64
	Flor	0,42	0,30	0,08	0,04	0,20	0,16	0,26	0,30	0,06	0,06	0,02	0,02
Total	29,18	26,40	5,80	3,56	18,36	43,12	17,36	17,78	5,50	5,24	2,46	3,26	

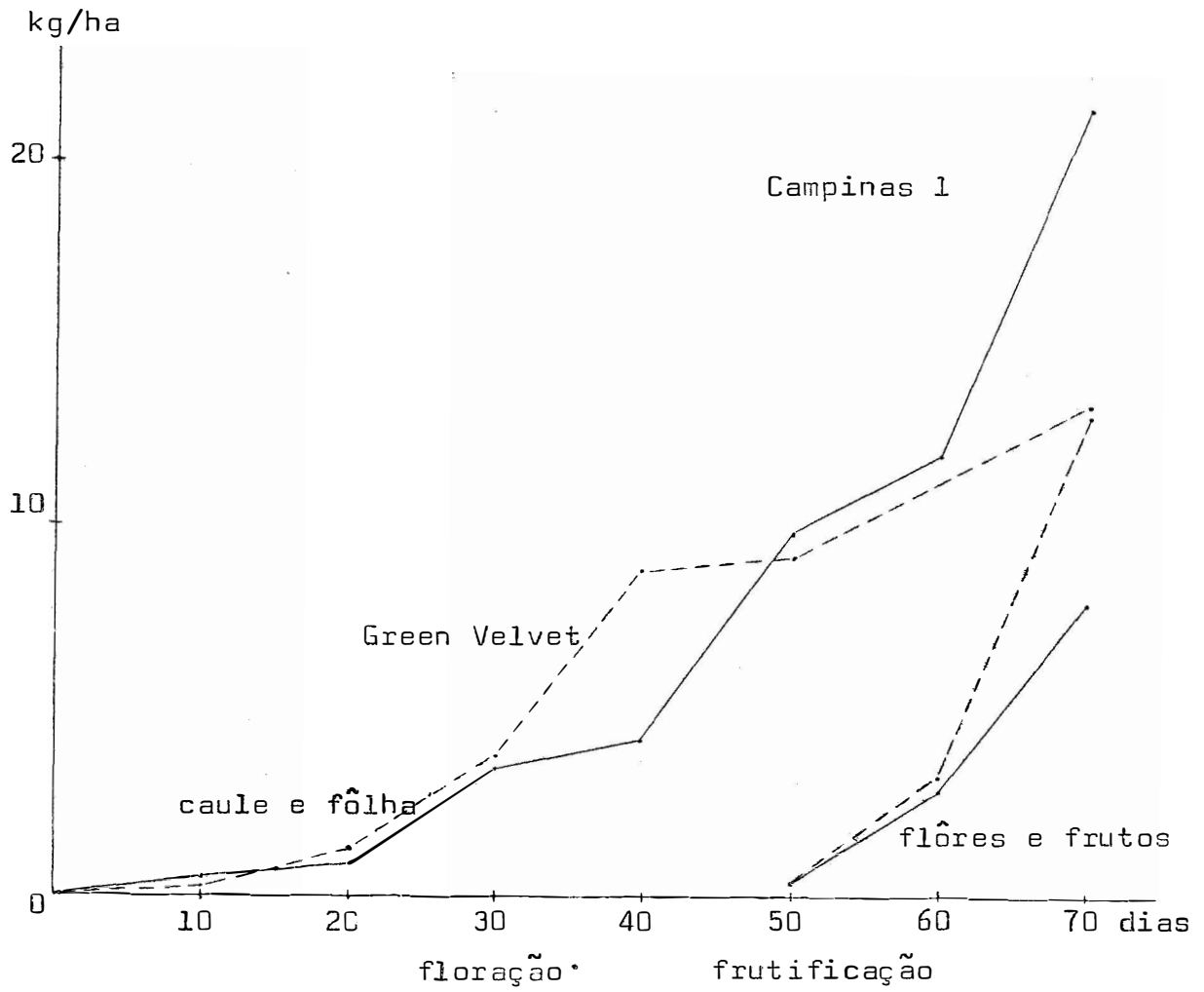


GRÁFICO Nº 3 - Nitrogênio Kg/ha

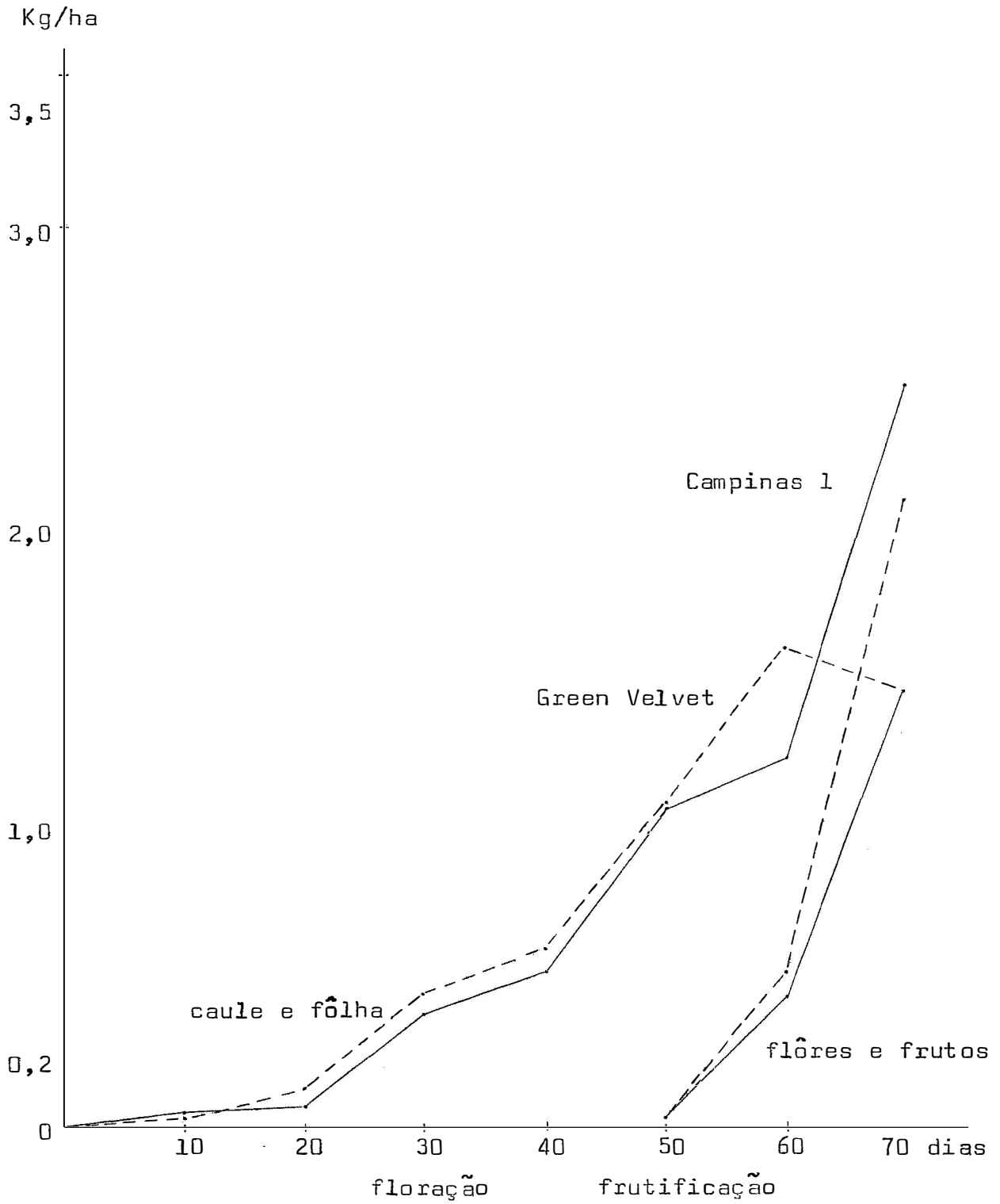


GRÁFICO Nº 4 - Fósforo Kg/ha

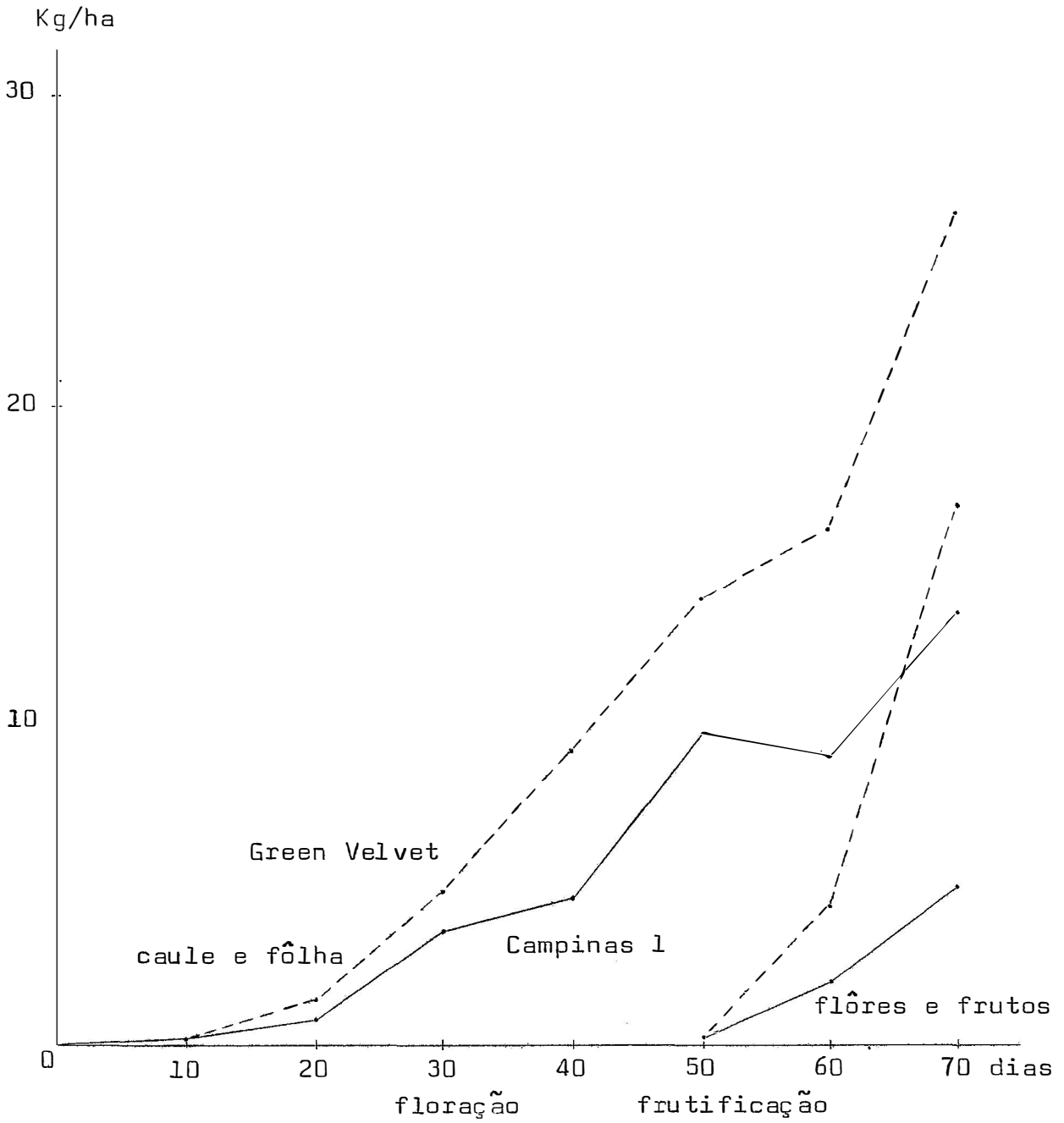


GRÁFICO Nº 5 - Potássio Kg/ha

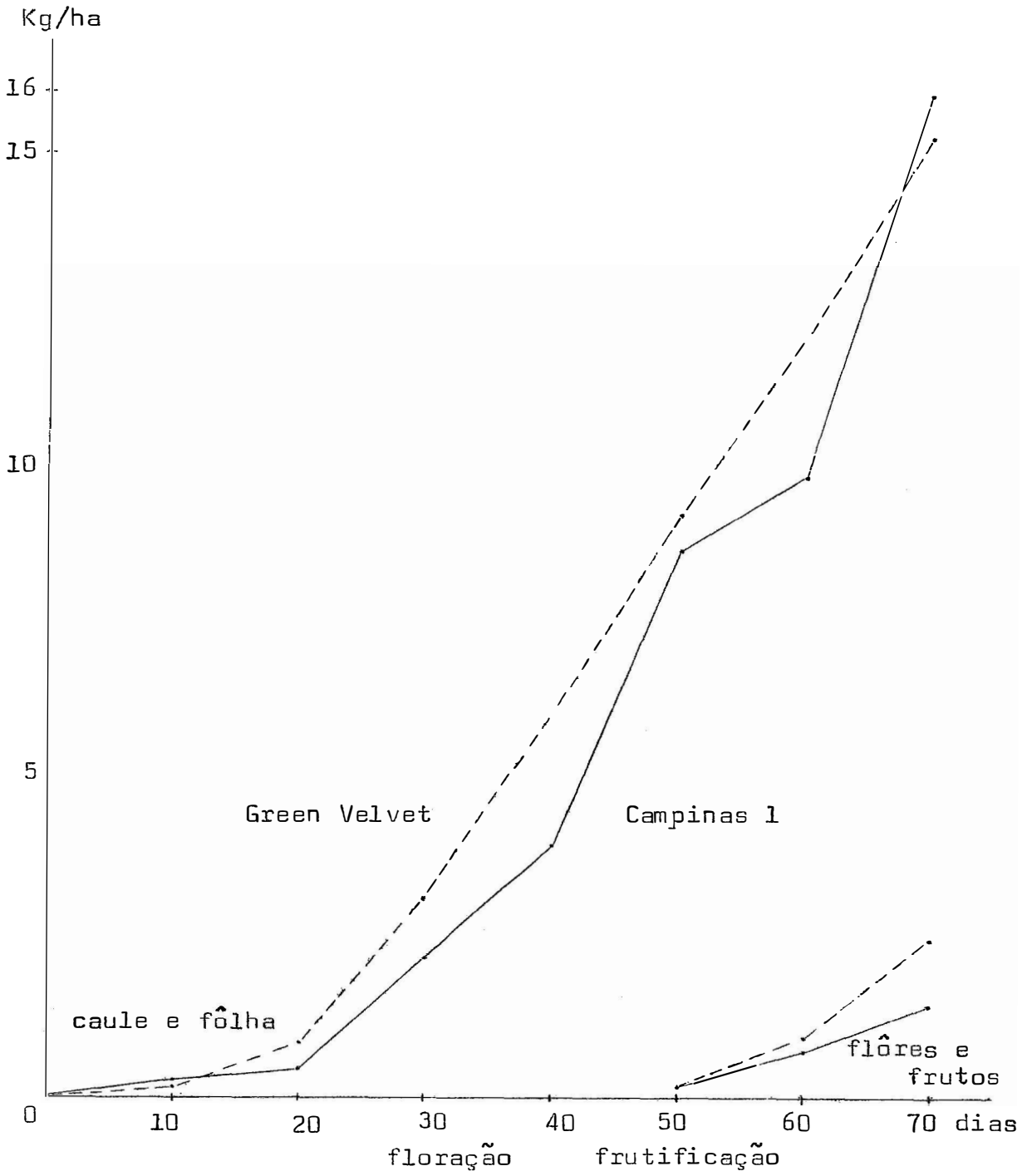


GRÁFICO Nº 6 - Cálcio Kg/ha

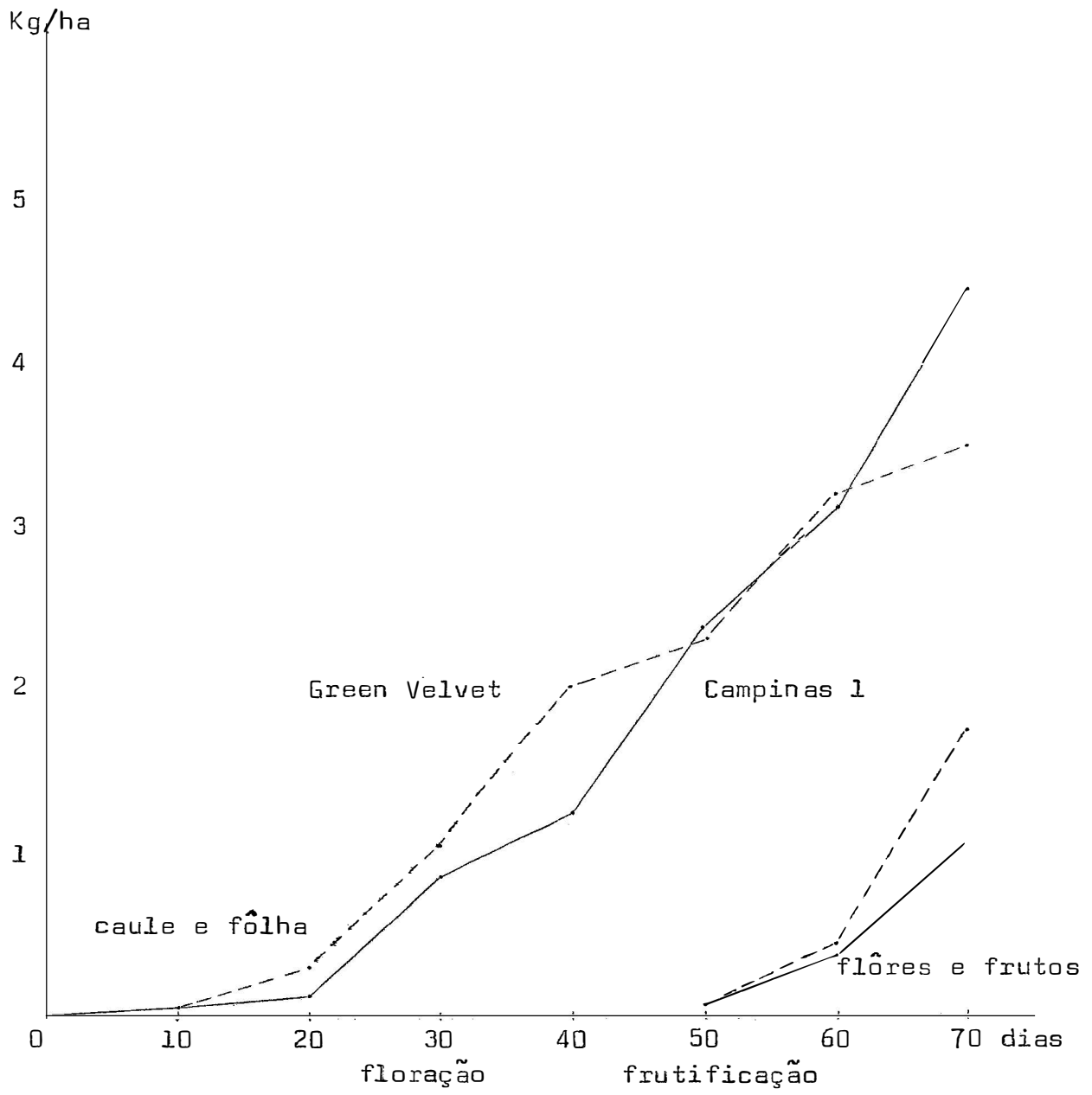


GRÁFICO Nº 7.- Magnésio Kg/ha

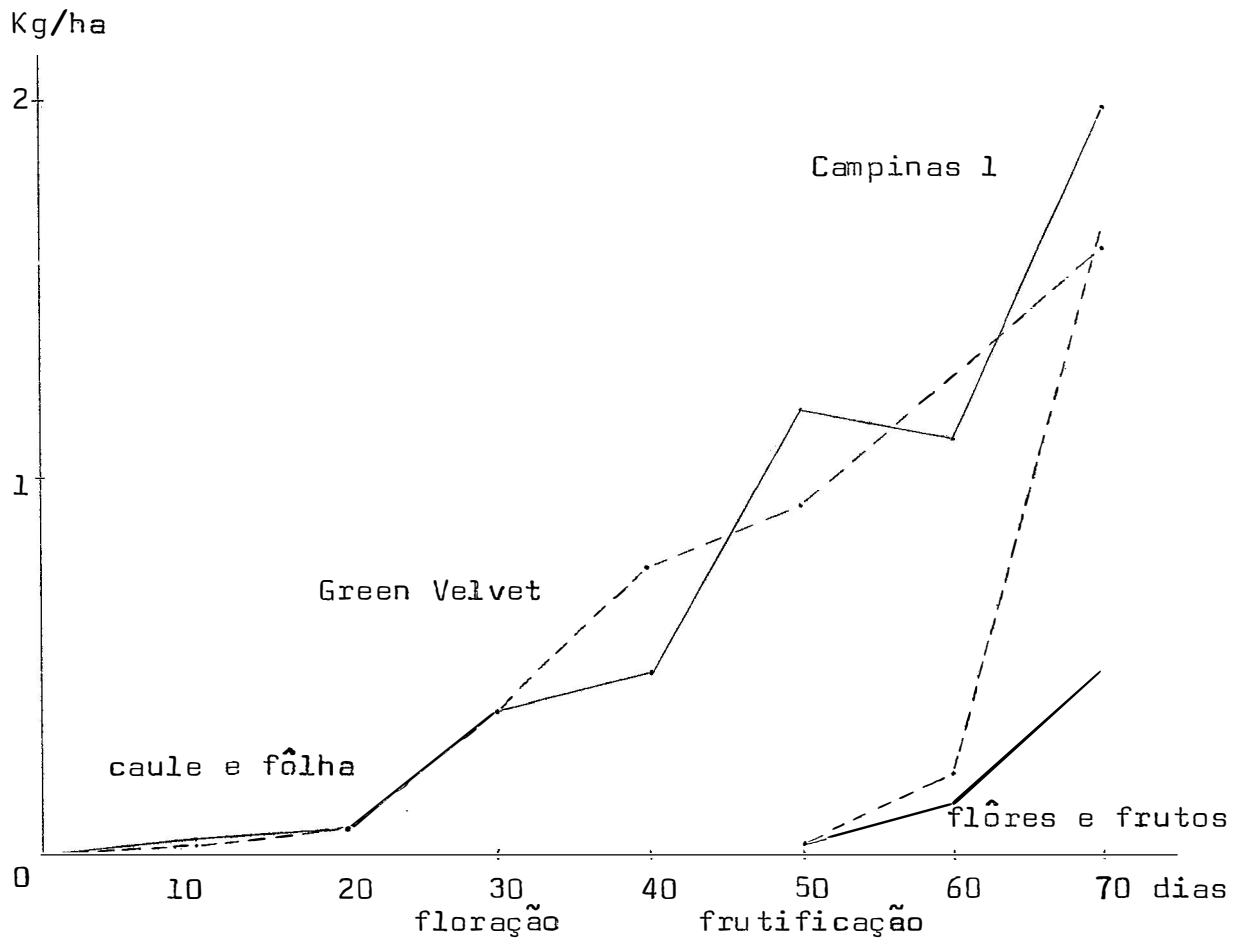


GRÁFICO Nº 8 - Enxôfre Kg/ha

encontram-se nas partes superiores do vegetal, fato já constatado no alho por SILVA e colaboradores (1970). No caule da variedade Campinas 1, os teores diminuí com a idade, enquanto que na variedade Green Velvet aumentam. Nas folhas de ambas as variedades, os teores aumentam com o desenvolvimento das plantas. Nas flores da variedade Campinas 1 os teores diminuem com a idade, sendo que na variedade Green Velvet aumentam. Nos frutos os teores diminuem com a idade, em ambas as variedades.

4.2.4.2. Manganês

O manganês apresentou-se com os teores mais elevados nas partes superiores da planta, resultados idênticos foram encontrados para a cultura do alho por SILVA e colaboradores (1970). Nos caules de ambas as variedades os teores diminuem com o desenvolvimento da cultura. Nas folhas e flores das duas variedades aumentam os teores com a idade da planta. Nos frutos da variedade Campinas 1 os teores aumentam com a idade, enquanto que na variedade Green Velvet diminuem.

4.2.4.3. Molibdênio

Para o molibdênio, também encontram-se os teores mais elevados nas partes superiores das plantas. No caule da variedade Campinas 1, os teores aumentam até aos 60 dias, e na variedade Green Velvet decresce com a idade. Nas folhas na variedade Campinas 1 os teores crescem até os 60 dias, enquanto na variedade Green Velvet, os teores crescem apenas até os 50 dias, para

em seguida decrescerem. Nos frutos a concentração de molibdênio decrescem em ambas as variedades com o amadurecimento.

4.2.4.4. Ferro

Apresenta também os teores mais elevados nas partes superiores da planta, fato êste verificado na cultura do alho, por SILVA e colaboradores (1970).

Os teores no caule da variedade Campinas 1 aumentam até os 50 dias para então decrescerem e na variedade Green Velvet os teores aumentam até os 60 dias de idade. Nas fôlhas, flôres e frutos de ambas as variedades os teores aumentam com a idade.

4.2.4.5. Zinco

O zinco apresenta-se em maiores concentrações nas partes superiores do vegetal. Os teores dos caules de ambas as variedades decrescem com a idade. Nas fôlhas da variedade Campinas 1 diminui o teor com a idade sendo que, na variedade Green Velvet ocorre o inverso. Nas flôres de ambas as variedades os teores decrescem com a idade. Nos frutos o teor de zinco não sofreu alteração de níveis.

4.2.4.6. Cobre

A concentração de cobre em todos os órgãos de ambas as variedades apresentou-se com pouca amplitude, oscilando de um órgão para outro em tórno de 5 ppm.

QUADRO 6 - Micronutrientes em ppm da matéria seca em função da idade. Variedade Campinas 1 (1) e Variedade Green Velvet (2).

Ó R G Ã O S	Idade das Pl. (dias)	N U T R I E N T E S											
		B		Mn		Mo		Fe		Zn		Cu	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Caul e fôlhas	10	67,9	52,5	42,0	35,0	8,35	6,25	56,0	63,0	94,0	115,0	34,0	19,0
Caul e	20	37,1	35,0	30,0	40,0	4,45	7,10	32,0	38,0	34,0	40,0	19,0	20,0
Fôlhas		81,9	104,3	53,0	53,0	8,25	6,45	35,0	59,0	76,0	81,0	20,0	22,0
Caul e	30	52,5	30,1	28,0	40,0	4,25	5,00	22,0	27,0	35,0	42,0	19,0	14,0
Fôlhas		113,4	119,0	57,0	67,0	6,95	7,50	31,0	38,0	91,0	83,0	26,0	27,0
Caul e	40	46,2	30,1	28,0	28,0	4,55	3,65	18,0	14,0	25,0	18,0	16,0	14,0
Fôlhas		140,0	91,7	67,0	53,0	7,25	6,30	59,0	28,0	69,0	38,0	20,0	19,0
Caul e	50	29,4	35,7	21,0	26,0	2,50	4,75	34,0	17,0	24,0	25,0	14,0	16,0
Fôlhas		107,8	114,8	49,0	28,0	8,40	8,45	100,0	91,0	48,0	73,0	21,0	25,0
Flôres		63,7	49,0	55,0	61,0	-	-	108,0	85,0	62,0	35,0	26,0	17,0
Caul e	60	28,0	22,4	21,0	19,0	4,95	2,25	17,0	25,0	31,0	16,0	19,0	18,0
Fôlhas		107,1	137,2	57,0	61,0	12,50	5,30	61,0	93,0	51,0	53,0	20,0	14,0
Flôres		49,7	66,5	53,0	56,0	-	-	94,0	76,0	48,0	37,0	17,0	21,0
Frutos		37,1	44,1	16,0	25,0	6,30	5,50	38,0	35,0	37,0	24,0	17,0	13,0
Caul e	70	20,3	45,5	30,0	25,0	2,50	2,60	25,0	21,0	22,0	15,0	17,0	14,0
Fôlhas		160,3	157,5	87,0	74,0	8,00	5,80	62,0	57,0	51,0	83,0	17,0	21,0
Flôres		58,1	59,5	82,0	59,0	11,00	8,95	117,0	88,0	46,0	26,0	16,0	19,0
Frutos		35,0	39,2	29,0	22,0	3,75	4,60	67,0	75,0	37,0	23,0	14,0	13,0

4.2.5. Extração dos Micronutrientes Durante o Desenvolvimento das Plantas

Para uma melhor visualização das quantidades dos micronutrientes, extraídos pelas duas variedades de quiabeiro, durante o seu desenvolvimento organizou-se o Quadro 7 e os Gráficos n^{os} 9, 10, 11, 12, 13 e 14.

Os dados são apresentados em g/ha, em função de uma plantação contendo 20.000 plantas/ha.

A extração dos micronutrientes foi nas diversas fases do desenvolvimento semelhantes nas duas variedades, com exceção do manganês em que a variedade Campinas 1 demonstrou ter maior capacidade de extração, superando no final do ciclo a variedade Green Velvet em aproximadamente 180 g.

É digno de nota que embora aos 70 dias a variedade Campinas 1 supere em quantidade total de micronutrientes a variedade Green Velvet, a exportação pelos frutos da variedade Green Velvet é de 673,96 g/ha, enquanto que na variedade Campinas 1 é de 468,84 g/ha. A quantidade de nutrientes que retorna ao campo através dos restos da cultura, na variedade Campinas 1 é de 2.077,16 g e na variedade Green Velvet, 1.534,30 g. Os micronutrientes são extraídos em g/ha aos 70 dias na seguinte ordem decrescente:

a) Variedade Green Velvet: B(738,62); Zn(524,54); Mn(379,04);
Fe(358,96); Cu(163,30) e Mo(43,80).

b) Variedade Campinas 1: B(803,00); Mn(561,06); Zn(541,90);
Fe(400,92); Cu(185,66) e Mo(53,46).

QUADRO 7 - Quantidades em g/ha dos micronutrientes na matéria seca em função do desenvolvimento das plantas na Variedade Campinas 1 (1) e Variedade Green Velvet (2)

Idade das Pl. (dias)	N U T R I E N T E S g/ha													
	B		Mn		Mo		Fe		Zn		Cu			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
10	Caul e Fôlha		5,42	2,62	3,36	1,74	0,66	0,30	7,52	5,74	4,56	3,14	2,72	0,94
	Total		5,42	2,62	3,36	1,74	0,66	0,30	7,52	5,74	4,56	3,14	2,72	0,94
20	Fôlha		9,00	23,36	5,84	11,86	0,90	1,44	8,36	18,14	3,84	13,22	2,20	4,92
	Caul e		3,04	4,62	2,46	5,28	0,36	0,94	2,78	5,28	2,62	5,02	1,56	2,64
	Total		12,04	27,98	8,30	17,14	1,26	2,38	11,14	23,42	6,46	18,24	3,76	7,56
30	Fôlha		62,14	85,68	31,24	48,24	3,80	5,40	49,86	59,76	16,98	27,36	14,24	19,44
	Caul e		32,24	19,26	17,20	25,60	2,60	3,20	21,48	26,88	13,50	17,28	11,66	8,96
	Total		94,38	104,74	48,44	73,84	6,40	8,60	71,34	86,64	30,48	44,64	25,90	28,40
40	Fôlha		109,80	129,48	54,60	78,84	5,58	8,90	55,10	53,64	49,22	39,54	16,32	26,82
	Caul e		40,94	46,66	24,80	43,40	4,02	5,66	22,14	27,90	15,94	21,70	14,18	21,70
	Total		150,74	176,14	79,40	118,24	9,60	14,56	77,24	81,54	65,16	61,24	30,50	48,52
50	Fôlha		172,92	190,34	78,60	64,42	13,48	14,00	77,00	121,04	160,40	150,88	33,68	41,44
	Caul e		56,26	67,40	40,20	49,08	4,78	8,96	45,94	47,20	65,08	32,10	26,80	30,20
	Flor		3,94	3,04	3,40	3,78	-	-	3,84	2,16	6,70	5,26	1,60	1,06
	Total		233,12	260,78	122,20	117,28	18,26	22,96	126,78	170,40	232,18	188,24	62,08	72,70
60	Fôlha		198,14	258,48	105,44	114,94	23,12	9,98	94,34	99,86	172,84	175,22	37,00	56,38
	Caul e		95,54	77,00	71,66	65,32	16,88	7,74	105,78	55,00	58,00	85,94	64,82	61,88
	Flor		5,56	8,24	5,94	6,94	-	-	5,38	4,58	10,52	9,42	1,90	2,60
	Fruto		30,28	37,04	13,06	21,00	5,14	4,62	30,20	20,16	31,00	29,40	13,88	10,92
	Total		329,52	380,76	196,10	208,20	45,14	22,34	235,70	179,60	272,36	299,98	117,60	171,78
70	Fôlha		607,22	387,76	329,56	182,18	30,30	14,28	193,18	204,32	234,86	140,34	64,40	51,70
	Caul e		100,24	196,20	148,14	107,80	12,34	11,20	108,64	64,68	123,44	90,56	83,94	60,36
	Flor		7,20	5,24	10,16	5,20	1,36	0,78	5,70	2,28	14,50	7,74	1,98	1,68
	Fruto		88,34	149,42	73,20	83,86	9,46	17,54	93,40	87,68	169,10	285,90	35,34	49,56
	Total		803,00	738,62	561,06	379,04	53,46	43,80	400,92	358,96	541,90	524,54	185,66	163,30

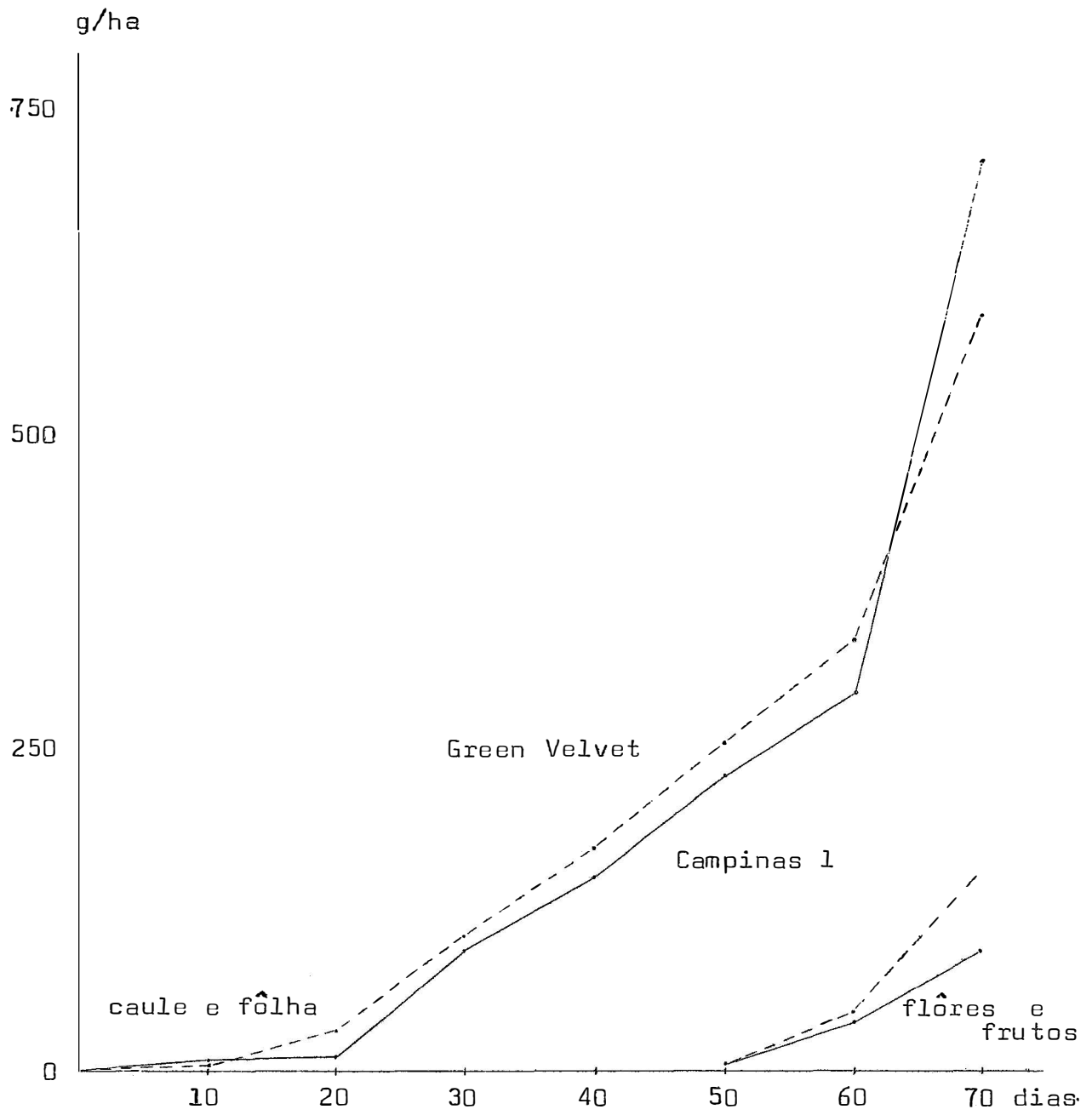


GRÁFICO N º 9 - Boro g/ha

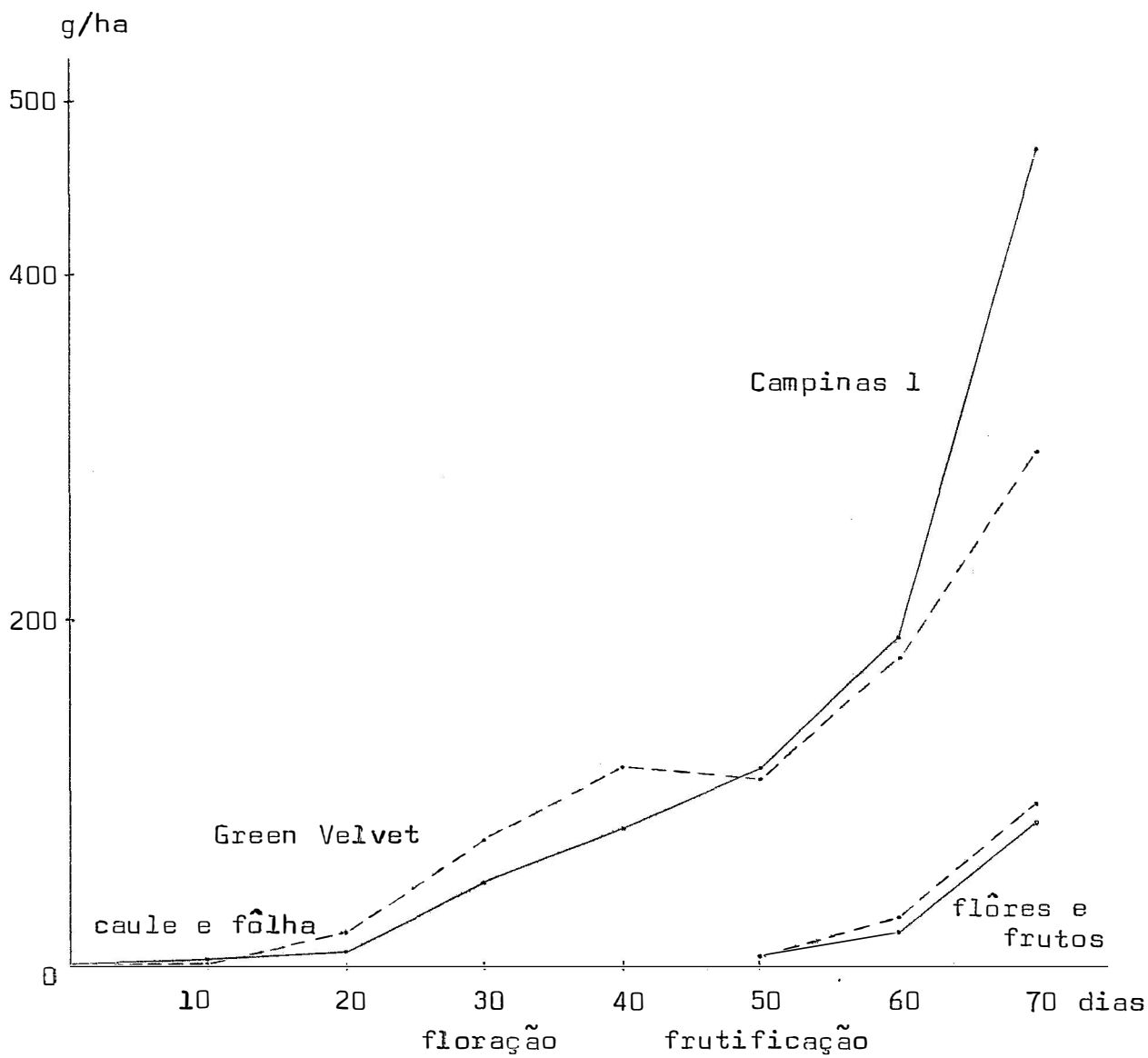


GRÁFICO Nº 10 - Manganês g/ha

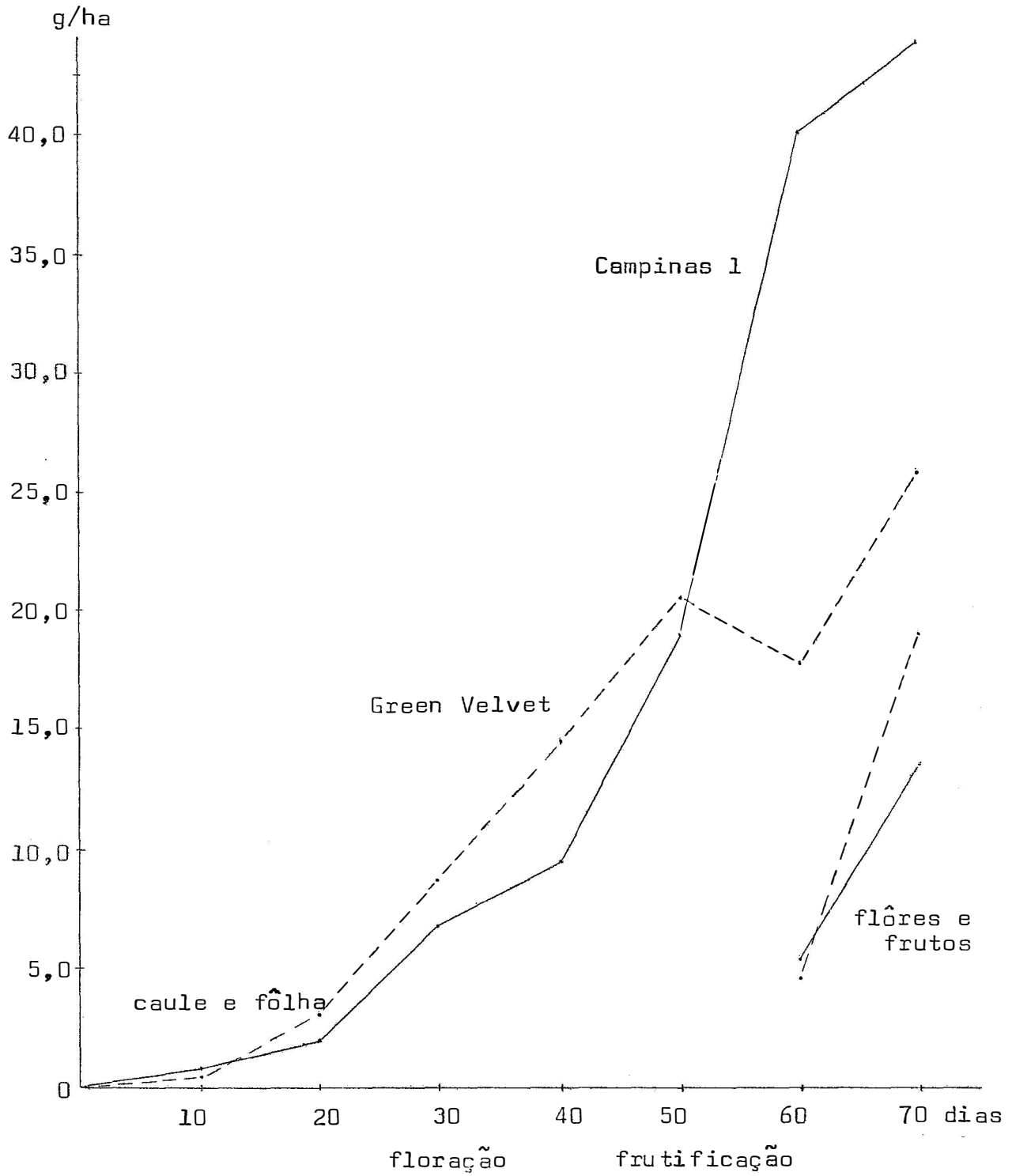


GRÁFICO Nº 11 - Molibdênio g/ha

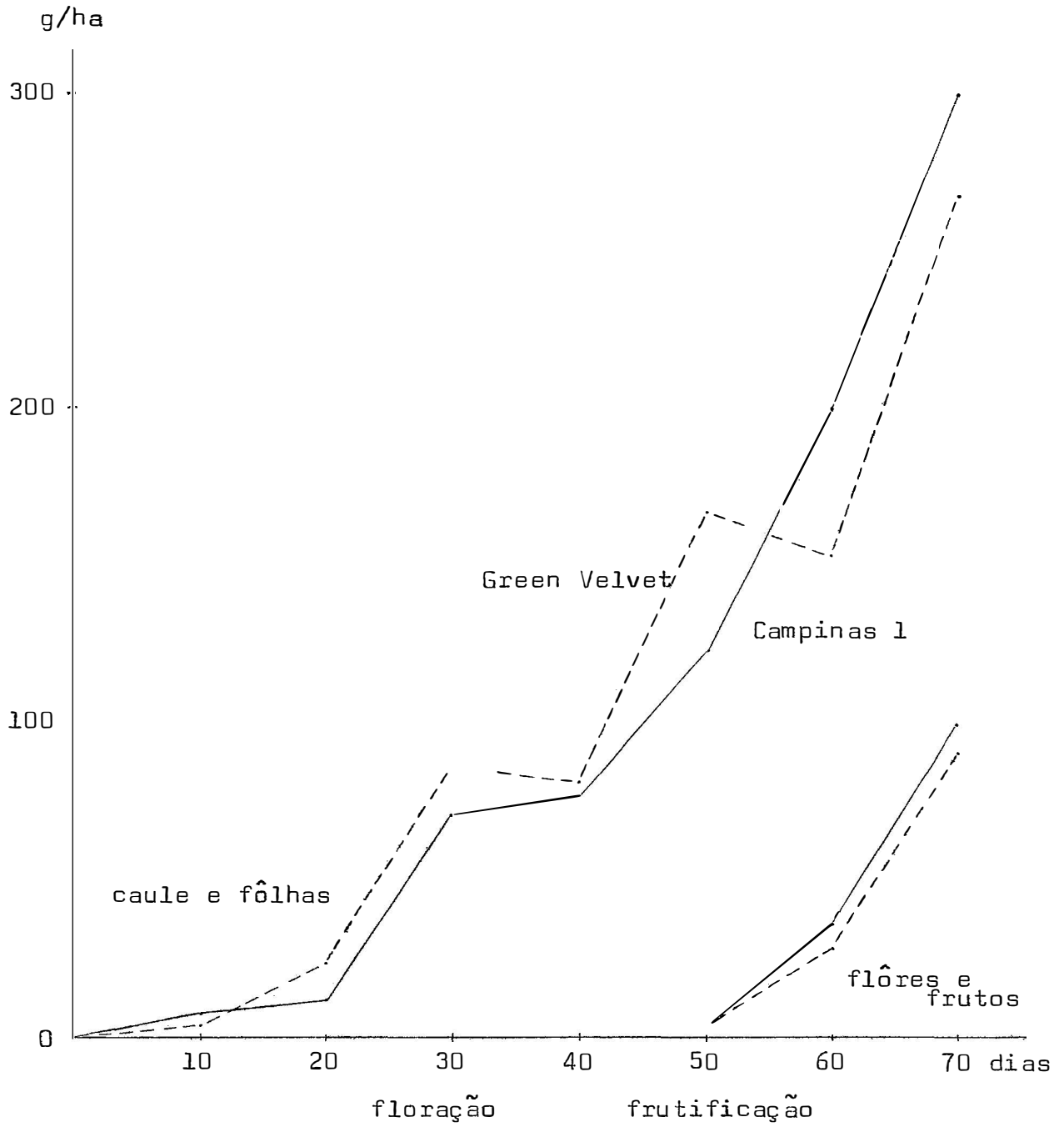


GRÁFICO Nº 12 - Ferro g/ha

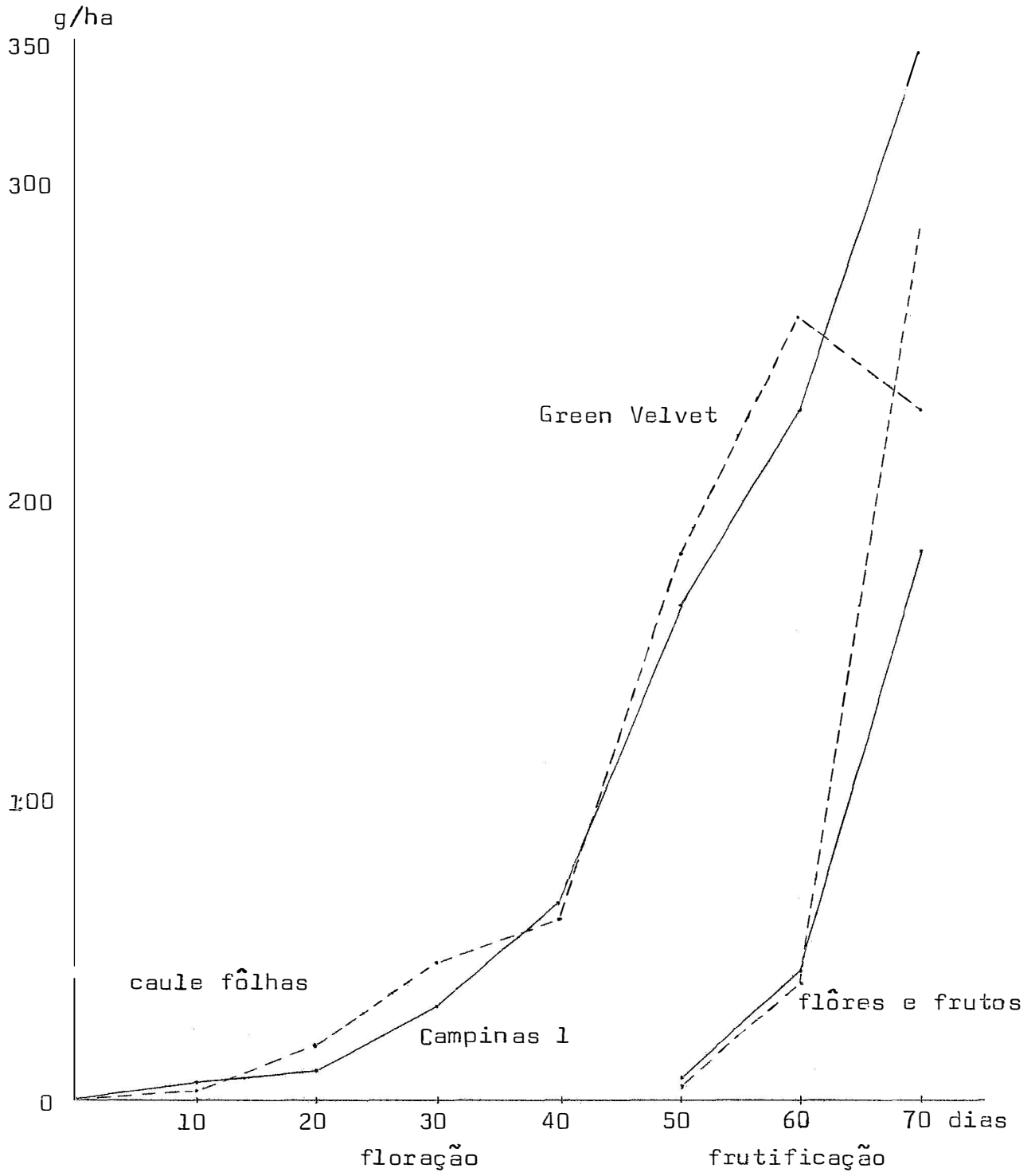


GRÁFICO Nº 13 - Zinco g/ha

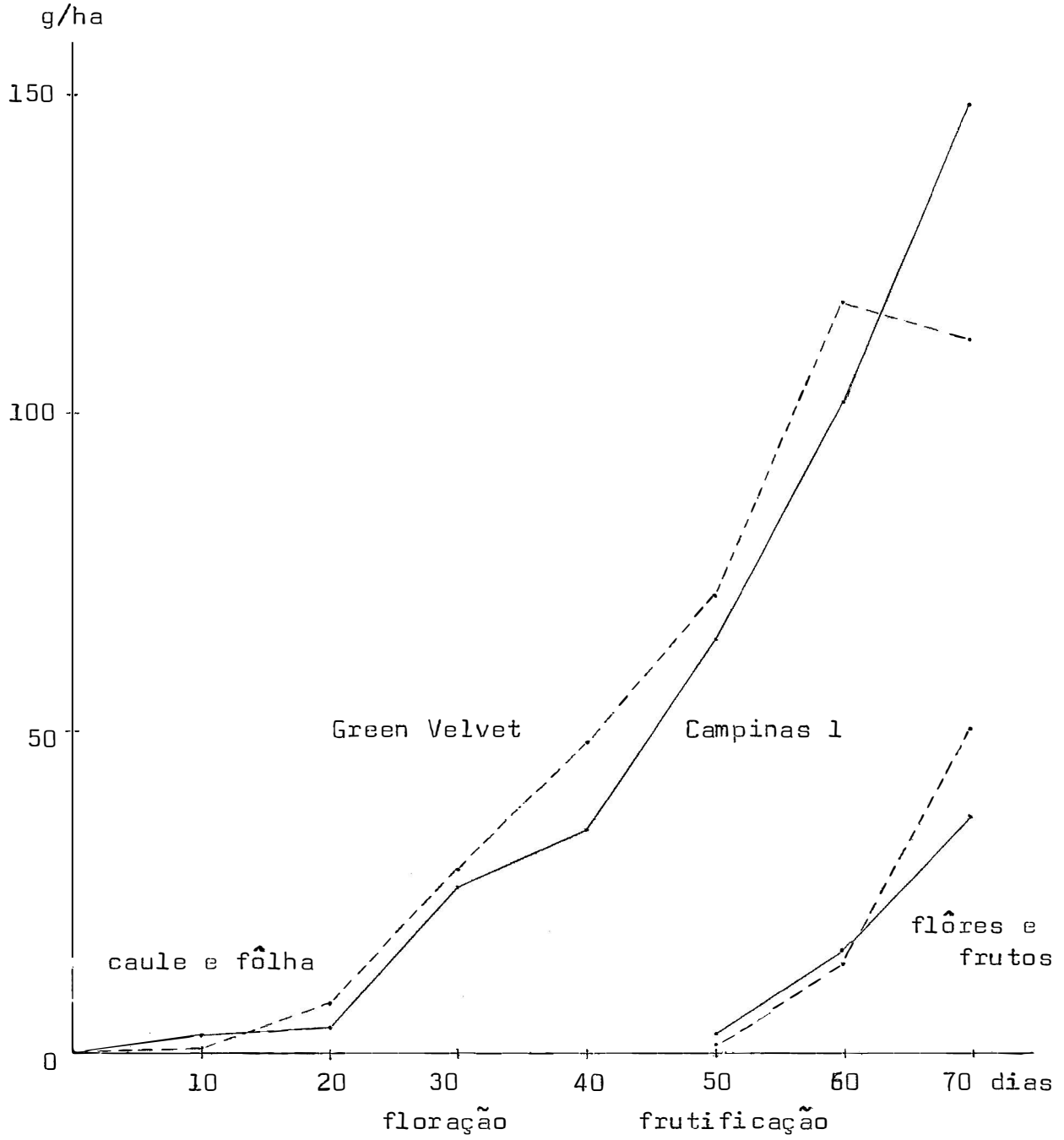


GRÁFICO Nº 14 - Cobre g/ha

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo estudar aspectos da nutrição mineral de quiabeiro (Hibiscus esculentus L.), no que concerne a:

- efeito da omissão e presença dos nutrientes e do boro no crescimento;
- obtenção do quadro sintomatológico das carências dos macronutrientes e do boro;
- o efeito da omissão dos macronutrientes e do boro, na composição química das diversas partes da planta;
- quantidades de macro e micronutrientes extraídos nas diversas fases do desenvolvimento, em duas variedades.

Sementes de quiabeiro da variedade Campinas 1 e Green Velvet, foram postas a germinar em vasos contendo sílica e irrigados com solução nutritiva completa de SARRUGE (1970).

Quando as plantas atingiram 15 dias de idade, foram iniciados os tratamentos que constaram do cultivo de plantas com solução nutritiva completa e omitido um macronutriente por vez. Foi adicionado um tratamento suplementar com omissão de boro da solução nutritiva.

As plantas dos diversos tratamentos foram coletadas quando os sintomas de desnutrição se faziam nítidos. As plantas foram separadas em caule, folhas inferiores e superiores, flores e frutos.

No experimento de "marcha de absorção", plantas foram coletadas em períodos de 10 dias até aos 70 dias de idade das plantas, sendo separadas em caule, folhas, flores e frutos. No material proveniente dos experimentos foi determinado o peso da matéria seca e analisado quantitativamente para macro e micronutrientes, com exceção do cloro.

Conclusões

1. A omissão dos nutrientes provoca sintomas de carência nítidos, mas semelhantes em alguns nutrientes (Mg e S).
2. Os sintomas de carência de cálcio e enxofre surgem em folhas velhas, inferiores.
3. O desenvolvimento das plantas em altura, não é afetado pela omissão do magnésio.

4. A omissão de nitrogênio mostrou ser o nutriente de maior importância no desenvolvimento da planta.
5. Os teores de nutrientes em folhas de plantas sadias e deficientes, expressos em porcentagem ou em ppm na matéria seca.

<u>Nutrientes</u>	<u>Idade das Plantas</u> <u>dias</u>	<u>Folhas com</u> <u>Deficiência</u>	<u>Folhas sem</u> <u>Deficiência</u>
N	40	1,82%	3,71%
Mg	40	0,24%	0,86%
P	60	0,17%	0,41%
K	60	1,05%	2,00%
S	60	0,14%	0,34%
Ca	60	2,94%	3,73%
B	60	25,1 ppm	107,1 ppm

6. O desenvolvimento em altura é idêntico em ambas as variedades.
7. A variedade Campinas 1 apresenta maior peso de matéria seca em confronto com a variedade Green Velvet no final do ciclo.
8. A extração dos macro e micronutrientes é lenta até aos 20 dias de idade das plantas, acentuando-se após este período até o final do ciclo em ambas as variedades.
9. A extração de potássio pela variedade Green Velvet supera em aproximadamente 100% a variedade Campinas 1.

10. A extração de manganês é superior na variedade Campinas 1, no final do ciclo.

11. São pequenas as diferenças de extração dos nutrientes no final do ciclo, pela variedade Campinas 1 (1) e Green Velvet (2).

Nutrientes	caule + folhas		flôres+frutos		Total	
	1	2	1	2	1	2
	kg/ha					
Nitrogênio	21,54	13,30	7,84	13,10	29,18	26,40
Potássio	13,36	26,18	5,00	16,94	18,36	43,12
Calcio	15,94	15,30	1,42	2,48	17,36	17,78
Fósforo	4,34	1,46	1,46	2,10	5,80	3,56
Magnésio	4,50	3,50	1,00	1,74	5,50	5,24
Enxôfre	1,98	1,60	0,48	1,66	2,46	3,26
			Total		78,66	99,36
	g/ha					
Boro	707,46	583,96	95,54	154,66	803,00	738,62
Manganês	477,70	289,98	83,36	89,06	561,06	379,04
Zinco	358,20	230,90	183,60	293,64	541,80	524,54
Ferro	301,82	269,00	99,10	89,96	400,92	358,96
Cobre	148,34	112,06	37,32	51,24	185,66	163,20
Molibdênio	42,64	25,48	10,82	18,32	53,46	43,80
			Total		2544,90	2208,16

12. A extração dos macronutrientes total é superior na variedade de Green Velvet.

13. A variedade Campinas 1 extrai quantidades superiores dos micronutrientes em confronto com a variedade Green Velvet.

6. STUDIES ON THE MINERAL NUTRITION OF OKRA (Hibiscus esculentus L.), VARIETIES CAMPINAS 1 AND GREEN VELVET.

Deficiencies of Macronutrients and Boron Absorption of Nutrients.

SUMMARY

The present work was carried out in order to study:

- a. The effect of omission and presence of the macronutrients and boron on the growth of the plants;
- b. deficiencies symptoms of macronutrients and boron;
- c. the effect of the deficiencies of each macronutrient and boron on the chemical composition of the plants;
- d. absorption of nutrients by two varieties Campinas 1 and Green Velvet.

I Deficiencies of macronutrients and boron

Okra plants of the variety Campinas 1 were grown in pots.

containing pure quartz. Several times a day they were irrigated by percolation with nutrient solution.

The treatments were: complete solution and deficient solutions, in which each one of the macronutrients and boron were omitted (SARRUGE, 1970).

Soon as the malnutrition symptoms appeared, they were described and the plants were harvested and divided into: stalk, inferior and superior leaves, flowers and fruits. The dry matter of the different parts were analysed chemically.

Conclusions:

1. Symptoms of malnutrition were observed for N, P, K, Ca, Mg, S and B;
2. symptoms deficiencies of Ca and S appeared on the older leaves;
3. the height of the plants was not affected by the omission of Mg;
4. plants growned in N deficient solution showed the largest reduction in development;
5. the nutrient content expressed in percentages. or in ppm in mature leaves of plants cultivated under normal conditions and under deficient conditions were:

<u>Nutrient</u>	<u>Age of the Plants</u> (days)	<u>Deficient</u> <u>leaves</u>	<u>Non Deficient</u> <u>leaves</u>
N	40	1.82%	3.71%
Mg	40	0.24%	0.86%
P	60	0.17%	0.41%
K	40	1.05%	2.00%
S	60	0.14%	0.34%
Ca	60	2.94%	3.73%
B	60	25.1 ppm	107.1 ppm

II Absorption of macro and micronutrients by the okra plants varieties Campinas 1 and Green Velvet

Plants of both varieties were cultivated under nutrition solution conditions (SARRUGE, 1970), by the same system employed in the experiment I. Periodically, every 10 days, from the 10th day up plants were harvested, divided into stalks, leaves, flowers, fruits and analysed for N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn and Mo.

Conclusions:

1. Okra plants of the variety Campinas 1 showed a higher dry matter production in confront with the variety Green Velvet at the final stage of growth;
2. the extraction of nutrients by plants of both varieties was rather small until the age of 20 days;
3. the extraction on K by the variety Green Velvet was

superior in 100% when compared to the variety Campinas 1;

4. on ha of okra plants (20,000) removed the following quantities in nutrients:

Nutrient	KG/HA		KG/HA		KG/HA	
	stalk+leaves		flowers+fruits		total	
N	21.54	13.30	7.84	13.10	29.18	26.40
K	13.36	26.18	5.00	16.94	18.36	43.12
Ca	15.94	15.30	1.42	2.48	17.36	17.78
P	4.34	1.46	1.46	2.10	5.80	3.56
Mg	4.50	3.50	1.00	1.74	5.50	5.24
S	1.98	1.60	0.48	1.66	2.46	3.26
				Total	78.66	99.36
Nutrient	GR/HA		GR/HA		GR/HA	
	stalk+leaves		flowers+fruits		total	
B	707.46	583.96	95.54	154.66	803.00	738.62
Mn	477.70	289.98	83.36	89.06	561.06	379.04
Zn	358.20	230.90	183.60	293.64	541.80	524.54
Fe	301.82	269.00	99.10	89.96	400.92	358.96
Cu	148.34	112.06	37.32	51.24	185.66	163.20
Mo	42.64	25.48	10.82	18.32	53.46	43.80
			Total		2,544.90	2,208.16

5. the variety Green Velvet has a greater demand in macronutrients than the variety Campinas 1;
6. In contrast the variety Campinas 1 extracted superior quantities of the micronutrients than the variety Green Velvet.

7. LITERATURA CITADA

- BEEVERS, L. & R.H. HAGEMAN, 1969. Nitrate reduction in higher plants. A. Rev. Pl. Phys., 20: 495-522.
- BERNARDI, J.B., 1957. Instruções para a cultura do quiabeiro. Boletim nº 96 do I.A.C. Campinas, S.P.
- BIDDULPH, O.; R. CURY & S. BIDDULPH, 1956. The absorption and translocation of sulfur in red kidney beans. Pl. Physiol., U.S.A., ... 31: 28-33.
- BINGHAM, F.T., 1966. Phosphorus. Em Diagnostic Criteria for Plants and soils. ed. por H.D. CHAPMAN, University of California, Div. of Agric. Sciences. California, U.S.A.
- BOLLARD, E.G. & G.W. BUTTLER, 1966. Mineral Nutrition of Plants. A. Rev. Pl. Phys., 17: 77-109.
- BROYER, T.C. & P.R. STOUT, 1959. The Macronutrient Elements. A. Rev. Pl. Phys., 10: 277-300.
- BUKOVAC, M.J. & S.H. WITTEWER, 1957. Absorption and Mobility of Foliar Applied Nutrients. Pl. Physiol. USA, 32: 428-435.

- CHAPMAN, H.D. & P.F. PRATT, 1961. Methods of Analysis for soils Plants and Waters. Univ. of California. Div. of Agric. Sciences. U.S.A.
- CHONKAR, V.S. & S.N. SINGH, 1963. Studies on inorganic nutrition of Bhindi (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) in sand culture. Indian J. Hort. 20: 51-58.
- DUTT, A.K., 1962. Sulphur deficiency in sugar-cane. Emp. J. Exp. Agric. 30: 257-262.
- EMBLENTON, T.W., 1966. Magnesium. Em Diagnostic Criteria for Plants and soils, ed. por H.D. CHAPMAN, Univ. of California, Div. of Agric. Sciences California, U.S.A.
- FERNANDES, P.D. & H.P. HAAG, 1971. Aspectos da Nutrição Mineral de Algumas Hortaliças. E.S.A. "Luiz de Queiroz" - USP - Piracicaba - S.P. Bol.Didático nº 23.
- FERNANDES, P.D., 1971. Estudos de Nutrição Mineral de Pimentão (Capsicum annuum, L.) Variedade Avelar e Ykeda. Absorção e Deficiências de Macronutrientes. Tese (datilografada), E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., Piracicaba - S.P.
- GAUCH, H.G., 1957 - Mineral Nutrition of Plants. A. Rev. Pl. Physiol., 8: 31-64.
- HAAG, H.P., 1965. Estudos de Nutrição Mineral da cana de açúcar (Saccharum officinarum, L.) Variedade CB 41-76 , cultivada em Solução Nutritiva. Tese (mimeografada), E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P. Piracicaba, S.P.

- HEWITT, E.J., 1963 - The Essential Nutrient Elements: Requirements and Interactions in Plants. Em: Physiology, ed. for F.C. STEWARD, Academic Press, N.York and London.
- JACOBSON, N.L. & J.J. DERTLI, 1956. The relation between iron and chlorophyll contents in chlorotic sunflower leaves. Plant. Phys. 31: 199-204.
- JOHNSON, C.M. & A. ULRICH, 1959. II Analytical methods for use in plant analysis. Calif. Agr. Sta. Exp. Bull. 766.
- JONES, W.W., 1966 - Nitrogen. Em Diagnostic Criteria for Plants and Soils, ed. por H.D. CHAPMAN. Univ. of California, Div. of Agric. Sciences. California, U.S.A.
- LOTT, W.L.; J.P. NERY; J.R. GALLO & J.C. MEDCALF, 1956. A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro. Inst. Agrônomo, Bol. 79, Campinas, S.P.
- MAKISHIMA, N., 1969. Horta doméstica. Instruções práticas. SCR nº 61. CATI - Campinas. S.P.
- MALAVOLTA, E., 1957 - Práticas de Química Orgânica e Biológica. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S.P.
- PIRSON, A., 1955. Functional Aspects in Mineral Nutrition of Green Plants. A. Rev. Pl. Phys., 6: 71-109.
- SARIN, M.N. & H.K. SAXENA, 1965. Influence of Zinc and Manganese Deficiency on the Growth of Abelmoschus esculentus (L.) Moench. Indian J. Plant. Physiol. 8: 136- 44.
- SARRUGE, J.R., 1970. Práticas de Nutrição e Adubação das Plantas Cultivadas (mimeo.). E.S.A. "Luiz de Queiroz"-USP - Piracicaba - S.P.

- SILVA, N.D.; G.D.D. OLIVEIRA; E.F.C. VASCONCELLOS & H.P. HAAG, 1970 - Nutrição Mineral de Hortaliças. XI Absorção de Nutrients pela cultura do alho. Solo, LXII 1: 7-17.
- SILVEIRA, R.I.; F.de A.F. DE MELLO; M.O.C.DO BRASIL SOBRINHO & S. ARZOLLA, 1971 - Adubos e Adubação das Principais Culturas Brasileiras. Vol.2 Departamento de Solos e Geologia. E.S.A."Luiz de Queiroz", Piracicaba-S.P.
- SPIVEY, C.D.; O.J. WOODARD & W.D. WOODARD, 1957. The production of okra in South Georgia. Bull Ga. Agric. Exp. Stats 44:
- THE PERKIN-ELMER CORP., 1966. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin-Elmer Corpor. Connecticut, U.S.A.
- ULRICH, A. & K. OHKI, 1966. Potassium. Em Diagnostic Criteria for Plants and Soils, ed. for H.D. CHAPMAN, Univ. of California. Div. of Agric. Sciencies. California.USA.