NUTRIÇÃO MINERAL DO SALSÃO (*Apium graveolens* L. var. *dulce*).
I. CRESCIMENTO, CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE
NUTRIENTES PELA CULTIVAR “CORNELL 6-19”. II. DOSES
DE CÁLCIO AFETANDO CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO
DE MACRO E MICRO-NUTRIENTES NAS CULTIVARES
“GOLDEN DETROIT” E “CORNELL 6-19”

HIDEAKI WILSON TAKAHASHI

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

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
Outubro, 1984

Homenagem
à Universidade de São Paulo pelos
seus 50 anos de fundação

Ao Prof.Dr. Antonio Roque Dechen, pela orientação segura e apoio oferecido em todos os momentos, minha profunda gratidão;

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag do Departamento de Química da ESALQ;

Ao Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, na pessoa do Prof.Dr. Keigo Minami;

À Profa.Dra. Nilva Teresinha Teixeira pelo constante apoio;

Às senhoras Mirtes Ventura Sesso, Lurdes Ap. Dario e Lúcia Helena Pavan da Seção de Nutrição Mineral de Plantas da ESALQ;

Ao senhor Luis Carlos Veríssimo da Biblioteca Central da ESALQ;

Aos amigos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina;

À profa. Elisa Alves de Lima do Núcleo de Processamento de Dados da Universidade Estadual de Londrina;

À Universidade Estadual de Londrina;

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo;

À CAPES - PICD;

Aos meus familiares e amigos,

meus sinceros agradecimentos.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	v
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Crescimento e acúmulo de nutrientes	3
2.2. "Blackheart"	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Ensaio em condições de campo	18
3.2. Ensaio em casa de vegetação	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Ensaio de campo	26
4.1.1. Crescimento	26
4.1.2. Concentração de macronutrientes	27
4.1.3. Concentração de micronutrientes	34
4.1.4. Acúmulo de macronutrientes	35
4.1.5. Acúmulo de micronutrientes	44
4.2. Ensaio em casa de vegetação	49
4.2.1. Sintomatologia	49
4.2.2. Crescimento	52
4.2.3. Macronutrientes	57
4.2.4. Micronutrientes	68

	Página
5. CONCLUSÕES	77
5.1. Ensaio em condições de campo	77
5.2. Ensaio em casa de vegetação	78
LITERATURA CITADA	80

NUTRIÇÃO MINERAL DO SALSÃO (*Apium graveolens* L. var. *dulce*). I. CRESCIMENTO, CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES PELA CULTIVAR "CORNELL 6-19". II. DOSES DE CÁLCIO AFETANDO CRESCIMENTO E CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICRO - NUTRIENTES NAS CULTIVARES "GOLDEN DETROIT" E "CORNELL 6-19"

Hideaki Wilson Takahashi

Orientador: Prof.Dr. Antonio Roque Dechen

RESUMO

O salsão (*Apium graveolens* L. var. *dulce*) é uma hortaliça pouco cultivada no Brasil, porém, encontra-se em franca expansão devido o aumento da demanda, principalmente pelas indústrias de sopas desidratadas. Como os países que tradicionalmente cultivam o salsão apresentam sérios problemas nutricionais, foi proposto este trabalho, com os seguintes objetivos: (a) determinar a curva de crescimento; (b) verificar a concentração e acúmulo de nutrientes durante o seu ciclo de desenvolvimento; (c) aquilatar o efeito de doses crescentes de cálcio no seu desenvolvimento; (d) descrever os sintomas de deficiência e excesso de cálcio; (e) verificar diferenças de resistência a anomalia "blackheart" entre as cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit".

Para atender estes objetivos foram realizados ensaios de campo e de casa de vegetação, obtendo-se os seguintes resultados:

- o acúmulo de matéria seca pela parte aérea de plantas de saísão foi lento no início do ciclo e muito acelerado nos 20 dias que antecederam a colheita, com um acúmulo de 51,7% do total de matéria seca neste período;

- a concentração de N pela parte aérea da planta decresceu gradativamente com a maturidade;

- as concentrações de P, Mg e S durante o ciclo mostraram-se praticamente inalteradas, enquanto as concentrações de Ca e K não apresentaram tendências definidas;

- as concentrações de micronutrientes não apresentaram um comportamento definido durante o ciclo, exceto Mn que aumentou significativamente com o desenvolvimento da cultura;

- aos 100 dias após o transplante, em ordem decrescente, o acúmulo de nutrientes pela parte aérea por planta, foram: K - 5,36 g; N - 1,47 g; Ca - 1,47 g; S - 0,52 g; P - 0,49 g; Mg - 0,44 g; Fe - 56,8 mg; Mn - 14,8 mg; Zn - 8,49 mg; B - 5,81 mg e Cu - 0,79 mg;

- foi possível caracterizar com nitidez a deficiência de Ca em ambas as cultivares estudadas;

- a cultivar "Golden Detroit" apresentou maior resistência ao aparecimento de sintomas de deficiência de Ca do que a cultivar "Cornell 6-19";

- os sintomas de deficiência de cálcio nas folhas novas de ambas as cultivares manifestaram-se nos tratamentos com teor de Ca na solução nutritiva igual ou inferior a 150 ppm;

- o aumento da concentração de Ca na solução nutritiva favoreceu o crescimento das plantas de salsão e conseqüentemente houve maior acúmulo de matéria seca nas doses mais concentradas;

- a concentração de Ca na parte aérea de plantas de salsão de ambas as cultivares aumentaram com o incremento do teor de Ca na solução nutritiva a partir do tratamento com 150 ppm de Ca; nas dosagens menores foram indiferentes;

- o aumento do teor de Ca na solução nutritiva induziu uma diminuição na concentração de Mn na parte aérea de plantas de salsão.

MINERAL NUTRITION OF CELERY (*Apium graveolens* L. var. *dulce*). I. GROWTH ,
CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF NUTRIENTS FOR CULTIVAR "CORNELL 6-19" .
II. CALCIUM DOSES AFFECTING GROWTH AND CONCENTRATION OF MACRONUTRIENTS
AND MICRONUTRIENTS OF CULTIVARS "GOLDEN DETROIT" E "CORNELL 6-19"

Hideaki Wilson Takahashi

Adviser: Prof.Dr. Antonio Roque Dechen

SUMMARY

Cerely (*Apium graveolens* L. var. *dulce*) is a vegetable that is not very much cultivated in Brazil but nowadays its cultivation has been expanded because of the increasing use of it mainly by desidrated soup industries. As the countries that traditionally cultivate cerely have presented serious nutritional problems, this work was proposed with next objectives: (a) to establish the growth rate of cerely plant; (b) to verify the concentration and accumulation of nutrients during its developing cycle; (c) to examine the effects of increasing doses of calcium in the development and production; (d) to describe the symptoms of calcium deficiency and of excess of calcium supply; (e) to verify the differences of resistance to the blackheart anomaly between the cultivars "Cornell 6-19" e "Golden Detroit".

To attain these objectives field trial and green house experiment were realized and to these results were obtained:

- the accumulation of dry matter by the plant aerial parts was slow at the beginning of its cycle and became very accelerated 20 days before harvesting, accumulating 51,7% of the total dry matter in this period;

- the N concentration by the plants aerial parts decreased gradually till maturity;

- the concentration of P, Mg and S during the cycle were practically inalterated although the concentrations of Ca and K were very variable;

- the micronutrients concentrations did not present a defined comportment during the cycle with exception of Mn that increased significantly with the development of the culture;

- at 100 days after the transplantation the accumulation by the plant aerial parts, in a decreasing order, were: K - 5.36 g; N - 1.47 g; Ca - 1.47 g; S - 0.52 g; P - 0.49 g; Mg - 0.44 g; Fe - 56.8 mg; Mn - 14.8 mg; Zn - 8.49 mg; B - 5.81 mg e Cu - 0.79 mg, for each plant;

- it was possible to characterize a deficiency of Ca in both cultivars;

- the cultivar "Golden Detroit" presented greater resistance to the symptoms of Ca deficiency than the cultivar "Cornell 6-19";

- in the young leaves of both cultivars the symptoms of

calcium deficiency were observed in treatments with nutrient solutions with Ca concentration equal or inferior to 150 ppm;

- the increasing of Ca concentration in the nutrient solution favoured the growing of cereals plants and consequently there was a greater accumulation of dry matter in the doses with higher concentrations;

- the Ca concentration at the plant aerial parts of both cultivars increased in the plants cultivated in nutrient solution with Ca concentration higher than 150 ppm; where were used Ca concentration fewer than 150 ppm this correlation was not observed;

- the increasing of the Ca concentration in the nutrient solution induced a decrease in the Mn concentration at the plants aerial parts.

1. INTRODUÇÃO

O salsão (*Apium graveolens* L. var. *dulce*) é uma hortaliça herbácea, não muito conhecida no Brasil, sendo uma das mais importantes , nos Estados Unidos da América do Norte (FILGUEIRA, 1972). Desenvolve-se bem em clima frio e úmido, sendo completamente inadaptada a locais baixos e quentes, por tal razão, no centro sul do Brasil, produz melhor acima de 800 m de altitude, com período de semeadura de março a maio; o salsão é sensível à geada e ao frio intenso, tratando-se portanto de cultura adaptada ao outono-inverno (FILGUEIRA, 1982).

Essa hortaliça pode ser consumida como salada, apresentando um paladar característico, não muito difundido entre os consumidores brasileiros. A outra forma de utilização é como condimento de sopas desidratadas, onde atualmente o mercado é bastante promissor, pois as indústrias do setor dependem de importação (MINAMI, 1982).

* MINAMI, K. Comunicação particular.

Na literatura brasileira, existem poucas recomendações técnicas para a condução desta cultura, bem como dados experimentais. Os trabalhos de outros países tem ressaltado os aspectos nutricionais como sendo dos mais problemáticos para a cultura.

Com o objetivo de fornecer subsídios quanto aos aspectos nutricionais desta cultura, foi realizado este trabalho que constou de duas etapas:

(1) Ensaio em condições de campo visando:

- determinar a curva de crescimento da planta;
- verificar a concentração e acúmulo de nutrientes durante o seu ciclo de desenvolvimento.

(2) Ensaio em condições de casa de vegetação visando:

- aquilatar o efeito de doses crescentes de cálcio no desenvolvimento e produção;
- observar os sintomas de deficiência e excesso de cálcio, e,
- verificar a diferença de comportamento entre as cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit" quanto a ocorrência da anomalia denominada "blackheart".

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Crescimento e acúmulo de nutrientes

Um dos trabalhos pioneiros que se encontra na literatura a respeito de composição química e produção de salsão é sem dúvida o de CANNELL et alii (1959), que conduziram um experimento em condições de campo com o objetivo de avaliar quantitativamente os efeitos de condições controladas de umidade (início da irrigação com 0,2, 0,8 e 5 bars de pressão de sucção) e adubação (2,5, 5,0 e 10 toneladas por ha da fórmula 10-10-10) na produção, ocorrência de "blackheart" e composição química de plantas de salsão cultivar "Utah 10-B". Houve uma diminuição significativa de produção de 1,07 kg/planta para 0,74 kg/planta, aumento da porcentagem de plantas afetadas pelo "blackheart", aumento da concentração foliar de Ca, Mg, N e Mn de 0,53 para 3,92%, 0,24 para 0,34%, 2,76 para 2,96% e 146 para 172 ppm, respectivamente e diminuição da concentração foliar de P, B e Mo de 0,15 para 0,13%, 45 para 35 ppm e 1,98 para 0,74 ppm respectivamente, quando a força de retenção de água pelo solo passou de 0,2 para 5,0 bars. O aumento da quantidade de adubo de 2,5 para 7,5 toneladas por ha aumentou a

concentração foliar de Mg, P, N e Mn de 0,25 para 0,36%, 0,13 para 0,15%, 2,62 para 3,02% e 103 para 230 ppm, respectivamente e diminuíram de Na, K, B e Mo de 0,75 para 0,56%, 399 para 373 ppm, 44 para 35 ppm e 1,63 para 0,48 ppm, respectivamente.

HALL et alii (1961), trabalhando com três cultivares de sal são, "Summer Pascal 259-19", "Utah 52-70" e "Emerald", com colheitas a cada sete dias; com início aos 70 dias após transplante até 119 dias, totali zando oito colheitas, determinaram a matéria seca, sólidos insolúveis em alcôol, clorofila, açúcares redutores e total, fibra bruta, conteúdo de N, K e Na nos pecíolos externos e internos. Todas as medições variaram segundo o estágio de maturidade. Nos pecíolos internos, todos exceto o N, K e Na decresceram durante o período de crescimento. Após esse período, ocorreu um pronunciado incremento em todos, exceto clorofila que continuou a decrescer até 105 dias após transplante. N, K e Na aumentaram no período de 70 a 91 dias e após decresceram. Nos pecíolos externos foram encontrados tendências semelhantes.

BURDINE et alii (1961), em experimento no campo com três cultivares de salsão, "Summer Pascal 259-19", "Utah 52-70" e "Emerald", verificaram que o total de peso do material fresco aumentou de 15-30% da 11ª a 14ª semana. Peso comercial, número de pecíolo e tamanho do pecíolo também aumentaram durante este período. A variação do peso do material fresco em kg/parcela no período de 70 a 119 dias após o transplante, com intervalo de colheita de sete dias foram: 24,93; 29,62; 37,31; 47,96; 52,51 ; 49,46; 46,18 e 51,28.

CANNELL et alii (1963) avaliaram o crescimento de plantas de salsão pela medição de alongação de pecíolos durante o ciclo em correlação com matéria seca total, tiveram como tratamentos, a variação do início de irrigação, que foram efetuados quando o tensiômetro indicou 0,2; 0,8 ou 5 bar e 2,5; 5,0 e 10,0 toneladas por ha da fórmula 10-10-10. A produção de matéria seca e a altura das plantas aumentaram com o incremento da umidade e fertilizante. 40 a 50% do total de peso do material fresco e 25 a 35% de peso do material seco, no caso do tratamento com quatro toneladas de fertilizante, foi ganho durante as duas últimas semanas que antecederam a colheita.

ELSER (1965) em uma série de experimentos de campo e de casa de vegetação estudando a clorose de salsão, verificou que a diminuição nas concentrações de Mg e P na planta estava associado com o acréscimo do conteúdo de Fe e Al e vice-versa, demonstrando desta maneira, uma correlação entre os teores desses nutrientes e o aparecimento do distúrbio.

ZINK (1966) cultivou o salsão "Tall Utah 52-70" em solos salinos da Califórnia, para conhecer melhor o seu crescimento e absorção de nutrientes. A cultura foi adubada com 40 kg de N, 71 kg de P e 133 kg de K por ha e mais 414 kg de N por ha parceladas em quatro coberturas, o aumento do peso do material fresco foi muito lento durante a fase inicial de crescimento, onde menos de 2% do peso do material fresco final foi produzido durante os primeiros 80 dias. Aproximadamente 50% do peso do material fresco foi produzido nas três semanas precedentes a colheita e 13 a 20% na semana imediatamente anterior a colheita, que ocorreu 154 dias após o plantio. O peso do material fresco total da parte aérea atingiu 187 tonelada

das por ha e a porcentagem de matéria seca diminuiu com a aproximação da época de colheita. A remoção de nutrientes do solo pela cultura foi calculada considerando 103 000 plantas por ha, sendo: N, 315; P, 81; K, 713 ; Na, 174 e Mg, 39 kg/ha.

CERVATO (1969) empregou diferentes doses e relações de NPK na cultura do salsão cultivar "Vert Pascal" e foi determinada a exportação de nutrientes, em média, as plantas colhidas continham 25,8 kg de N e 246 kg de K_2O por 10 toneladas de matéria fresca, e as dosagens ótimas foram 200, 100 e 200-300 kg de N, P_2O_5 e K_2O por ha, respectivamente.

LONERAGAN e SNOWBALL (1969) determinaram a concentração de cálcio na parte aérea e na raiz de 30 capins, cereais, legumes e ervas cultivadas em uma larga variação de concentração de cálcio (0,3 a 1000uM). Quando as plantas foram cultivadas continuamente em solução nutritiva de concentração constante, a relação entre a concentração de cálcio na parte aérea e a produção geralmente mostraram duas regiões. O aumento da concentração de cálcio na solução de 0,3 para 2,5 uM aumentou a produção grandemente, enquanto que a concentração de cálcio na parte aérea permaneceu constante. Ao contrário, o aumento da concentração de cálcio de 10 para 1000 uM aumentou significativamente a concentração de cálcio na parte aérea, mas na maioria das espécies houve pequeno efeito na produção.

BURDINE e GUZMAN (1970), plantaram várias cultivares de salsão, com os seguintes pH: 5,20; 5,50 e 6,20. Essa variação de pH interferiu pouco no conteúdo em porcentagem de P, K, Ca e Mg nos tecidos dos pecíolos, que em média foram: 0,63; 8,49; 1,34 e 0,28, respectivamente

Em contraste, o teor médio do manganês aumentou de 7,0 para 28,8 ppm quando o pH diminuiu de 6,20 para 5,20.

GUBBELS e CAROLUS (1971) cultivaram salisã "Utah 52-70" em solução nutritiva variando a pressão osmótica (0,3; 1,2 e 4,8 atm) e a relação Ca/K (100/176 e 200/59). Os autores verificaram que o peso do material fresco total da parte aérea e a eficiência do uso de água geralmente diminuíram com o aumento da relação Ca/K na solução nutritiva, enquanto que a matéria seca aumentou. O aparecimento dos sintomas de "blackheart" diminuiu com o aumento da relação Ca/K. Tratamentos sob pressões osmóticas de 0,3 e 4,8 atm na solução nutritiva apresentaram peso da matéria fresca e seca da parte aérea menores do que tratamento sob 1,2 atm. A eficiência do uso de água foi menor em 0,3 que em 1,2 e 4,8 atm e o "blackheart" foi mais severo em 1,2 atm.

BISHOP et alii (1973) instalaram um experimento com o objetivo de avaliar a produção de salisã cultivado no campo com vários níveis de N, P e K e determinar os efeitos dos mesmos nos teores de N, P, K, Ca e Mg nos tecidos. O aumento da dose (em kg/ha) de 0 para 270 de N, 0 para 120 de P e 0 para 225 de K influenciaram os teores desses nutrientes no tecido, aumentando-os de 0,62 para 1,35%, 0,11 para 0,67% e 0,83 para 5,96%, respectivamente. Os teores de Ca e Mg praticamente não foram influenciados pelos tratamentos de adubação. Em termos de produção, houve respostas significativas à adubação, principalmente no caso do nitrogênio em que o peso fresco médio por planta aumentou de 31,8 g para 938,9 g quando a dose de N passou de 0 para 270 kg/ha. Houve também uma boa resposta da produção à adubação fosfatada e potássica, passando a produção por plan

ta de 544,3 para 1 097,7 g e 367,4 para 1,465,1 g quando a adubação passou de 0 para 120 e 0 para 225 kg/ha de P e K, respectivamente.

HAMILTON e BERNIER (1975) realizaram um experimento com o objetivo de estabelecer a importância relativa de N, P e K na produção de salsão e suas influências na composição química, exportação e na quantidade de nutriente deixado como resto de cultura. Anterior a instalação do experimento, foram cultivadas a cultura da batata por duas vezes e uma vez de salsão com adição de 22,4; 48 e 186 kg/ha de N, P e K, respectivamente, para cada vez, com exceção da cultura precedente ao experimento em que não foi adicionado nenhum fertilizante. Os tratamentos de adubação consistiram de "testemunha sem fertilizante", N-P, N-K, P-K e N-P-K. Considerando a média de quatro anos, somente o K aumentou a produção em 35%, sendo de 32,60 toneladas por ha para tratamento N-P e de 43,97 toneladas por ha, para o tratamento N-P-K. Com respeito a porcentagem de matéria seca no tratamento N-P-K, a parte destinada a comercialização continha 7,3%, enquanto que o resto da parte aérea e raízes foram 10,0 e 12,4%, respectivamente. Do total de matéria seca produzida, 45,3% pertencia a parte destinada a comercialização e 54,7% às demais partes da planta. A absorção de nutriente em kg/ha para macronutriente e g/ha para micronutriente para tratamento N-P-K foram: 159,8 de N, 31,5 de P, 318,9 de K, 166,5 de Ca, 20,6 de Mg, 445,0 de Mn, 392,0 de Zn, 34,0 de Cu e 139,0 de B. Do total absorvido, menos de 50% dos nutrientes foram exportados da área, demonstrando a importância do manejo de resto de cultura como forma de devolução da parte de nutrientes absorvidos.

FEIGIN et alii (1976) obtiveram alta produtividade (55 - 65

toneladas/ha) de salsão cultivar "Flórida" de parcelas que receberam 360 kg de N por ha. O acúmulo de matéria seca e a absorção de NPK foram maiores durante as três semanas que antecederam a colheita. Acumularam ao total 170, 48 e 640 kg/ha de N, P e K respectivamente.

FEIGIN et alii (1982) conduziram um experimento com o fim de avaliar a eficiência da utilização de nitrogênio pelo salsão em resposta ao tipo, quantidade e método de aplicação de fertilizante nitrogenado sob irrigação por gotejamento. Os tipos de fertilizantes incluíram: sulfato de amônio e fertilizantes de baixa solubilidade aplicado ao solo antes do plantio e nitrato de amônio com uréia aplicado com a água de irrigação durante o período de crescimento. Sulfato de amônio e fertilizante de baixa solubilidade foram aplicados na quantidade de 314 kg de N/ha e nitrato de amônio com uréia nas quantidades de 168, 336 e 504 kg de N/ha. Duas variáveis de irrigação foram 400 e 500 mm de água aplicado. Os acúmulos de nitrogênio variaram de 9 kg de N/ha para a testemunha sem nitrogênio até 217 kg de N por ha para o tratamento com adição de 504 kg de N/ha na forma de nitrato de amônio com uréia, com pequeno efeito devido ao tratamento de irrigação. No entanto, 500 mm comparado com 400 mm de irrigação para o sulfato de amônio e fertilizante de baixa solubilidade, resultaram em baixa absorção de nitrogênio. Houve menor absorção de nitrogênio para sulfato de amônio e fertilizante de baixa solubilidade do que para o nitrato de amônio com uréia dentro do mesmo nível de nitrogênio.

STARK et alii (1982) fizeram um experimento com o propósito de estudar os efeitos da adubação parcelada de N no crescimento e ab-

sorção do mesmo, com a cultivar "Tall Utah 52-70 R". O solo utilizado apresentava pH 7,0 e: 17; 9 e 415 ppm de NO_3^- , P e K respectivamente. Antes do plantio foi aplicado 100 kg de N e 55 kg de P por ha na forma de fosfato de amônio e mais 0, 100, 200 e 300 kg/ha de N em cobertura aplicados aos 29º e 49º dia após o transplante. As plantas foram colhidas aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias e determinados o teor de N, peso da matéria fresca, peso da matéria seca e área foliar. A produção comercial e absorção de N aumentaram significativamente pela adição de N em cobertura, mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos de adubação de cobertura. Isso indica que as duas doses maiores de N foram excessivas e não melhorou a produção total. As plantas que receberam somente N no plantio exibiram um lento e estacionário incremento nas taxas de crescimento foliar. Por outro lado, as plantas que receberam adubação em cobertura, desenvolveram-se rapidamente.

2.2. "Blackheart"

Este distúrbio, que constitui um dos mais severos entraves para o aumento de produtividade do salsão, já vem sendo pesquisado há muito tempo, como mostram as observações do DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS (1933), onde foram feitos estudos de longa duração sobre "blackheart" em salsão e enumeraram algumas características como as que seguem: a) o distúrbio é consequência de condições de seca ou excesso de umidade do solo; b) adubação pesada, crescimento rápido e plantas vigorosas são situações em que o "blackheart" aparece com maior frequência; c) a doença é mais severa em solos arenosos do que em argilosos; d) os fatores

relacionados com alta taxa de crescimento, tais como alta temperatura, umidade e adubação nitrogenada favorecem o "blackheart"; f) o uso de cultivares resistentes, adubação equilibrada e irrigação controlada diminui sensivelmente a incidência da doença.

RICHARDSON (1938) executou vários experimentos de campo e de casa de vegetação variando as condições de umidade do solo e ambiente, adubação e cultivares para estudar "blackheart" em salsa e chegou as seguintes conclusões: a) a doença é de natureza fisiológica; b) a maioria das injúrias graves ocorrem quando as plantas estão no estágio próximo da maturidade; c) as plantas vigorosas são mais sujeitas ao ataque; d) houve diferença de suscetibilidade entre as cultivares; e) o aparecimento do distúrbio no campo é geralmente precedido por um período de alta umidade ou alta temperatura e f) conforme a época de plantio, ocorre maior incidência do distúrbio.

SPENCER e GERALDSON (1951) determinaram a concentração de cálcio nos tecidos de folha de salsa com sintoma de "blackheart" e encontraram teor inferior quando comparado com tecidos de folhas normais. As plantas cultivadas em casa de vegetação com severo sintoma de "blackheart", quando pulverizadas com nitrato de cálcio ou cloreto de cálcio, retomaram crescimento de folhas novas e centrais após 2-3 dias. Aproximadamente 8-10 dias após o tratamento com pulverização de cálcio via foliar, novos sintomas de "blackheart" começaram a se desenvolver.

WESTGATE (1951) realizou aplicações foliares de sais de manganês, cobre, zinco, enxofre e cobalto isoladamente e em várias combina-

ções, sempre totalizando na soma ou individualmente 100 kg de sais, parceladas em 10 aplicações, e obteve, ao contrário do que se esperava, aumento da porcentagem de plantas com "blackheart". Adubação em cobertura com nitrato de cálcio e nitrato de sódio na dose de 1 000 kg/ha provocaram um aumento significativo de "blackheart", sendo que o efeito foi mais pronunciado no caso do nitrato de sódio. Observações do autor mostram que há uma correlação positiva entre total de sais solúveis no solo e "blackheart".

GERALDSON (1952) através de experimentos de campo e de casa de vegetação mostrou que "blackheart" pode ser completamente controlado pela aplicação foliar de 45-90 kg/ha de solução de nitrato de cálcio ou 22 -45 kg/ha de solução de cloreto de cálcio. Nesse estudo, o autor aponta como causa básica a deficiência de cálcio nos tecidos ou alteração no metabolismo resultando em uma súbita e temporária necessidade de cálcio, devido a uma série de fatores como temperatura, luz, umidade, alta dose de fertilizante e alto teor de sais solúveis no solo.

WESTGATE et alii (1954) instalaram um experimento com plantas de salsa da cultivar "Pascal" para verificar o efeito de diferentes níveis de fertilizantes (relação 5-5-8) sobre a incidência de "blackheart". Houve um incremento da ocorrência de "blackheart" com o aumento da dose de fertilizante. Concentrações de N e P na planta foram maiores nas menores doses de fertilizante, mas permaneceram praticamente constantes nas doses mais altas, enquanto que Na e K aumentaram em todas as doses. A concentração de cálcio diminuiu com o aumento da quantidade de fertilizante. Os autores sugerem que baixa concentração de cálcio nos tecidos e "blackheart" são resultantes do excesso de Na e K no solo e na planta.

Com o objetivo de estudar um meio de controle para "black heart" de salsão, GERALDSON (1954) fez aplicações foliares de cloreto de cálcio e nitrato de cálcio com soluções de 0,05; 0,10 e 0,25 M de concentrações e 1 300 l/ha nas áreas onde a ocorrência de "blackheart" era frequente. Os solos apresentavam considerável teor de cálcio solúvel e pH em torno de 6,0. A cultivar de salsão utilizada foi a "Pascal". Os tratamentos foram iniciados cinco semanas antes da colheita e aplicados semanalmente até a colheita. O controle do "blackheart" foi total onde foram aplicados esses sais, independente das concentrações. Os teores de cálcio nas folhas novas de plantas tratadas variaram de 0,28 a 0,52%, e nas folhas afetadas pelo "blackheart" de 0,12 a 0,19%. Foram também efetuados estudos na casa de vegetação com pulverização foliar em plantas cultivadas com diferentes relações Ca/K (0,25/1, 1/1 e 4/1). O aumento da relação Ca/K, em geral, diminuíram a taxa de crescimento e a incidência de "blackheart". Aplicações foliares controlaram a incidência de "blackheart", mesmo nas baixas relações Ca/K, e a análise de tecido indicou que o conteúdo de cálcio de plantas aumentou de 0,10 para 0,64% quando a relação Ca/K aumentou de 0,25 para 4/1; a aplicação foliar não modificou a porcentagem de cálcio de folhas novas, mas houve incremento de matéria seca total devido o desenvolvimento de maior número de folhas.

GERALDSON (1957) realizou experimentos em casa de vegetação com cultivo de tomate, salsão e pimentão em solução nutritiva afim de estudar o distúrbio fisiológico relacionado com nutrição de cálcio. O autor enquadrado dentro de dois mecanismos os fatores mais frequentes associados com a prevalecência e severidade de "blackheart" de salsão e podridão api-

cal de tomate e pimentão. Mecanismo A refere-se ao excesso de amônio, potássio, magnésio ou sódio solúveis ou a deficiência de cálcio solúvel causando um decréscimo de absorção de cálcio e incremento da incidência de desordens fisiológicas. Mecanismo B refere-se ao excesso de sal total que pode causar deficiência de cálcio e frequentemente vem associado com prevalência dessas desordens, mesmo com nível adequado ou alto de cálcio. As culturas de tomate, salsa e pimentão foram "Step 250", "Summer Pascal" e "California Wonder", respectivamente. A proporção normal de cálcio foi considerado 150 ppm de cálcio em 1 000 ppm de sal total ou 15% de cálcio e 50 ppm de cálcio como nível baixo.

CANNELL et alii (1959) estudaram a influência dos níveis de umidade no solo sobre "blackheart" e encontraram um aumento significativo de severidade do distúrbio quando a força de retenção de água pelo solo passou de 0,2 para 5,0 bars.

BERGMAN (1960) realizou um levantamento com o intuito de relacionar o conteúdo de nutrientes no solo e a incidência de "blackheart" em salsa entre alguns agricultores da Pennsylvania. Os dados da análise do solo não mostraram nenhuma relação entre conteúdo de matéria orgânica, necessidade de calagem, pH e fósforo disponível e ocorrência de "blackheart". Entretanto, houve uma correlação entre o potássio disponível e o distúrbio, sendo que a maior frequência de constatação do "blackheart" foi encontrada em solos com teor disponível de potássio superiores a 428 kg de k/ha. No mesmo levantamento, foi possível notar maior severidade do distúrbio nos agricultores que empregavam altas doses de esterco de galinha.

Para esclarecer com maior profundidade os resultados do levantamento, BERGMAN (1960) conduziu um experimento na casa de vegetação com solução nutritiva variando os níveis de Ca (50, 100, 150 e 200 ppm) e de potássio (59, 117, 176 e 235 ppm). A avaliação foi feita com notas de 1 a 6, em função do grau de aparecimento do distúrbio. Como encontrou-se no levantamento, o aumento da porcentagem de saturação de potássio causou incremento da severidade do "blackheart"; mesmo com o alto teor de potássio, o aumento de cálcio de 150 para 200 ppm atenuou a severidade do distúrbio.

TAKATORI et alii (1960) cultivaram salsão "Utah 10-B" na casa de vegetação e no campo para verificar a validade da aplicação foliar e a modificação da solução nutritiva como meios de controle do "blackheart". Foi usada como testemunha a solução número 2 de Hoagland - 200 ppm Ca e 210 ppm N - e como tratamentos, 100, 200 e 400 ppm de Ca e 100, 210 e 420 ppm de N; além disso, foi adicionado Sr (60 e 100 ppm) para a solução contendo 40 e 200 ppm de Ca. As aplicações foliares para as plantas da casa de vegetação e de campo consistiram na aplicação de 1,8 % de nitrato de cálcio e 0,8% de nitrato de estrôncio. Experimentos da casa de vegetação bem como de campo mostraram que pulverizações com soluções de nitrato de cálcio e nitrato de estrôncio foram igualmente efetivos em controlar "blackheart" de salsão. No cultivo em solução nutritiva, houve um aumento da incidência do distúrbio na solução com baixo nível de Ca e alto nível de N. A adição de Sr na solução nutritiva não influenciou o aparecimento de "blackheart".

GUBBELS (1968) efetuou a aplicação de pequena quantidade de

água via nebulização com o objetivo de reduzir "stress" de água em planta nos dias quentes. Essa prática resultou em maior peso da matéria fresca e peso da matéria seca total, menor porcentagem de matéria seca, maior peso da matéria seca dos brotos e nenhuma diferença em peso comercial de salsão cultivado em solo mineral e em solução nutritiva. No entanto, a aplicação dessa névoa úmida durante baixa temperatura ambiental reduziu a taxa de crescimento. A taxa de transpiração reduziu mais do que 27%, mas nenhuma mudança marcante de absorção iônica acompanhou este decréscimo. Plantas nebulizadas mostraram o mesmo grau de severidade de "blackheart" que a testemunha, apesar do aumento de vigor das plantas nebulizadas. Tanto no solo quanto em solução nutritiva, o peso da matéria fresca geralmente aumentou com o decréscimo da relação Ca/K, mas devido a diminuição da porcentagem de matéria seca, refletiu pouco na matéria seca total. Os sintomas de "blackheart" aumentaram com: diminuição da relação Ca/K na solução nutritiva, aumento do peso da matéria fresca da parte aérea e dos brotos e aumento do conteúdo de K nos tecidos das folhas centrais. Por outro lado, os sintomas do distúrbio decresceram com o aumento da porcentagem de matéria seca, Ca, B e relação Ca/K nos tecidos de folhas novas e centrais.

BURDINE e GUZMAN (1970) constataram que houve tendência de diminuição da incidência de "blackheart" com o aumento do pH do solo de 5,20 para 6,24.

PIETERS (1971) efetuou duas pulverizações - intervalo de 15 dias - com nitrato de cálcio a 0,75% e um volume de 1 000 l de solução por ha em plantas de salsão e obteve com isso, uma redução significativa

na incidência de "blackheart". Além disso, as plantas de salsão foram submetidas a mais dois tratamentos, um envolvendo irrigação por aspersão e outro com colheita em diferentes datas. Comparando tratamentos envolvendo irrigação por aspersão e ou pulverização com nitrato de cálcio e colheita em diferentes datas, a porcentagem de plantas com "blackheart" aumentou com o atraso da colheita e na ausência de irrigação por aspersão. A desordem não ocorreu em plantas que foram irrigadas por aspersão, independente da pulverização com nitrato de cálcio. A prática da irrigação aumentou grandemente o peso da matéria fresca, e a melhor produção resultou de uma regular irrigação por aspersão e duas pulverizações com nitrato de cálcio.

COX e DERMAN (1978) fizeram várias observações de campo sobre "blackheart" e verificaram que os danos mais significativos foram encontrados em áreas de pouca chuva e no verão. Sob estas condições, a pulverização com nitrato de cálcio, com intervalo de 15 dias, na fase de maturação da cultura, reduziu a incidência de "blackheart" de 13 para 2% em culturas não irrigadas e de 5 para 0% em culturas irrigadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Ensaio em condições de campo

Foram utilizadas sementes de salsão (*Apium graveolens* L.) da cultivar "Cornell 6-19", adquiridas da "Cooperativa Agrícola de Cotia".

A semeadura foi realizada em caixa de cimento com dimensões de 100x30x20 cm, com vermiculita como substrato. Quando as plantas atingiram 3-4 cm de altura, foram repicadas individualmente para copos de plásticos de 45 cm³ contendo 50% de solo e 50% de vermiculita em volume. Estas plantas ao atingirem 10-12 cm de altura, foram transplantadas no local definitivo, situado no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, no município de Piracicaba, S.P.

Os dados das precipitações pluviométricas, umidade relativa e temperatura do ar durante o período de ensaio na região da área experimental acham-se na tabela 1.

Tabela 1. Precipitações e temperaturas do ar no município de Piracicaba ,
S.P., nos meses de abril a novembro de 1982*

Meses	Precipitações (mm)	Umidade Relativa (%)	Temperaturas do ar - °C		
			Médias	Mínimas médias	Máximas médias
abril	125,7	77,7	20,5	14,0	26,9
maio	62,7	75,6	18,3	10,6	25,4
junho	162,7	83,3	19,3	13,5	25,1
julho	21,7	77,1	18,5	11,2	25,8
agosto	44,7	75,1	19,5	12,3	26,9
setembro	8,1	68,2	20,8	13,1	28,5
outubro	254,5	78,2	22,2	16,0	28,7
novembro	210,2	78,2	24,5	18,7	30,2

* Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP

Antes da instalação do ensaio, foi retirada uma amostra com posta de solo, da camada de 0 - 20 cm de profundidade, e feita a análise química e granulométrica. A análise química foi realizada de acordo com os métodos descritos por VAN RAIJ e ZULLO (1977) e a análise granulométrica pelo método da pipeta. Os resultados encontram-se nas tabelas 2 e 3.

O solo utilizado é classificado como Terra Roxa Estruturada, série "Luiz de Queiroz" (RANZANI et alii, 1966), e vem sendo cultivado continuamente com diversas hortaliças, e cerca de três meses antes da instala

Tabela 2. Resultado da análise química da camada arável (0-20 cm) do solo da área experimental

pH H ₂ O	C%	emg/100 ml de TFSA								V%
		PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Al ³⁺	CTC	S	
5,1	2,0	0,62	0,31	4,8	0,9	3,6	0,2	9,8	6,0	61,2
micronutrientes (ppm)										
		Fe [*]	Mn [*]	Cu [*]	Zn [*]	B ^{**}				
		26,0	36,0	3,4	29,5	6,2				

* Extrator de Mehlich

** Solúvel em água quente

Tabela 3. Resultados da análise física da camada arável (0-20 cm) do solo da área experimental

Densidades		composição granulométrica				classe
real	aparente	areia grossa	areia fina	limo	argila	
2,94	1,32	14,1	57,1	9,3	19,5	limo areno barrento

ção do experimento, estava sendo cultivado com plantas de alface.

O preparo da área experimental (24x4 m) consistiu simplesmente da passagem da enxada rotativa com microtrator Tobata, já que o solo vinha sendo cultivado continuamente e não apresentava nenhum problema. Foram feitos manualmente sulcos com profundidade de 10 cm e colocados 150 g de fertilizante superfosfato simples por metro linear no fundo do sulco e coberto com terra. O espaçamento utilizado foi de 60 cm entre linha e 40 cm entre plantas.

Além da adubação fundamental com superfosfato simples, foram feitas três adubações em coberturas aos 20, 30 e 40 dias após o transplante, sendo a primeira e terceira com 3 g de uréia/planta e a segunda com 3 g de cloreto de potássio.

O controle de pragas e doenças foi realizado preventivamente e mensalmente com pulverizações de Dithane M-45^{*} na dosagem de 3 g/l de água e com Pirimor GD^{**} na dosagem de 0,5g/l ou Folidol^{***} na dosagem de 1,5 ml/l de água dependendo da praga predominante e do estágio de desenvolvimento da planta.

A partir do vigésimo dia do transplante, as amostras de plantas foram colhidas a intervalos de 20 dias, até o centésimo dia, totalizando cinco colheitas. Cada amostragem constou de quatro repetições, com

* Maneb (etileno bisditiocarbamato de manganês com zinco)

** Pirimicarb (4-dimetilcarbamato de 2-dimetilamino 5,6-dimetil pirimidina)

*** Parathion metílico (tiofosfato de dimetil paranitrofenila)

cinco plantas por repetição, exceto a primeira amostragem que foram 10 plantas por repetição. No dia de cada amostragem, eram retiradas ao acaso, as plantas correspondentes às quatro repetições, sempre entre plantas competitivas.

As plantas foram cortadas rente ao solo, colocadas em quatro sacos plástico, cada uma representando uma repetição, e levadas ao laboratório. No laboratório, procedeu-se o desmembramento das folhas, lavagem com HCl diluído e posteriormente com água desmineralizada, sendo a seguir acondicionadas em sacos de papel e levadas a secar em estufa com circulação forçada de ar (75-80°C).

Após a secagem, foi determinado o peso da matéria seca e moído em moinho semi-micro "Willey" com peneira de malha nº 20. As amostras foram analisadas quanto ao N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia citada por SARRUGE e HAAG (1974).

3.2. Ensaio em casa de vegetação

Foram utilizadas sementes de salsão (*Apium graveolens*) das cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", ambas adquiridas da Cooperativa Agrícola de Cotia.

A semeadura foi feita em recipiente de plástico de 50x30x20 cm, com vermiculita como substrato e regadas com água até a germinação das sementes que ocorreu oito dias após a semeadura e após esse período regadas com solução nutritiva. A transferência das plantas para cultivo em solução nutritiva ocorreu aos 58 dias após a semeadura, estágio

em que as plantas apresentavam tamanho médio de 5-6 cm de altura.

O cultivo em solução nutritiva consistiu em utilizar recipientes de 2,5l forrados com saco de polietileno e aeração por borbulhamento através de uma mangueira ligada ao compressor.

Durante 13 dias, as plantas foram cultivadas em solução nutritiva diluída (uma parte de água e outra de solução nutritiva completa) e mais 21 dias em solução nutritiva completa normal, portanto somente aos 34 dias após o transplante, data em que as plantas apresentavam certa uniformidade, foram iniciados os tratamentos com os níveis de cálcio.

As doses de cálcio testadas nas soluções nutritivas foram: 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm e 300 ppm, com quatro repetições, e as soluções preparadas segundo recomendações de SARRUGE (1975), conforme ilustrado na tabela 4.

A solução nutritiva era renovada semanalmente no início e a cada três dias no final do ciclo, devido a intensa transpiração e a alta taxa de absorção de nutrientes.

Foi feita uma pulverização com Pirimor GD, na ocasião em que ocorreu ataque de pulgão (*Myzus persicae*).

As colheitas foram realizadas em duas etapas. As plantas cultivadas em solução nutritiva com 0 ppm de cálcio, foram colhidas aos 53 dias e o restante aos 69 dias após o transplante.

As plantas coletadas foram lavadas, separadas em parte

Tabela 4. Solução nutritiva com diferentes teores de cálcio

Solução estoque	ppm de cálcio					
	0	50	100	150	200	300
K_2HPO_4 M	1*	1	1	1	1	1
KCl M	5	5	5	5	5	5
$CaCl_2$ M	-	1,25	2,5	2,5	2,5	2,5
NH_4Cl M	5	2,50	-	-	-	-
NH_4NO_3 M	5	6,25	7,5	6,25	5	2,5
$MgSO_4$ M	2	2	2	2	2	2
$Ca(NO_3)_2$ M	-	-	-	1,25	2,5	5
Micro - Fe**	1	1	1	1	1	1
Fe-EDTA***	1	1	1	1	1	1

* ml de solução estoque por 1 litro de solução

** para o preparo de um litro de solução estoque de micronutrientes foram usadas as seguintes substâncias: 2,86 g de H_3BO_3 , 1,81 g de $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, 0,22 g de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,08 g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 0,02 g de $H_2MoO_4 \cdot H_2O$.

*** A solução de Fe-EDTA foi preparada segundo JACOBSON (1951), dissolvendo-se 26,1 g de EDTA em 286 ml de NaOH N e 24,9 g de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, arejando-se por doze horas e completando-se o volume a 1 litro.

aérea e raiz, acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa com circulação de ar forçado a 75-80°C até atingirem peso constante. Em seguida foi determinado o peso da matéria seca e finalmente moído em moinho semi-micro "Willey" com peneira de malha número 20.

As amostras foram analisadas, segundo os métodos descritos em SARRUGE e HAAG (1974), quanto ao N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, exceto em algumas amostras de raízes em que não foi possível determinar o teor de enxofre por falta de material.

3.3. Análises estatísticas

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

Para comparação de médias foi empregado o Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Empregou-se o programa de computação eletrônica para análise de regressão e obtenção de equações com maiores coeficientes de determinação dos dados de concentração de nutrientes, acúmulo de nutrientes e matéria seca em função da idade da cultura no experimento de campo e em função dos níveis de cálcio no experimento da casa de vegetação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio de campo

4.1.1. Crescimento

O parâmetro utilizado para avaliar o crescimento durante o ciclo da cultura foi o peso do material seco da parte aérea em função da idade. Os resultados são apresentados na tabela 5 e ilustrados na figura 1.

Pode-se verificar através desta tabela que o acúmulo de matéria seca foi muito pequeno nos primeiros 60 dias após o transplante, representando somente um acúmulo de 30,02%; do 60º para 80º dia após o transplante, o acúmulo médio de matéria seca por planta passou de 29,30g para 47,45 g, refletindo um aumento de 864,28 kg de matéria seca por ha*. No entanto, um acúmulo de 51,38% ocorreu durante os 20 dias que antecederam a colheita. Devido a esse elevado acúmulo de matéria seca no período final, todas as condições que interferem nesse período, vem a influenciar direta-

* considerando-se 47 619 plantas/ha (espaçamento: 0,60 x 0,35 m).

mente na produtividade.

Os dados de crescimento assemelham-se aos obtidos por ZINK (1966), em que se verificou um acúmulo de aproximadamente 50% do seu peso fresco nos últimos 21 dias que antecederam a colheita e 13 a 20% na última semana com salsão "Tall Utah 52-70" e "Slow Bolting Green 96 Utah". CANNELL et alii (1963) também constatarem aumento de 25 a 35% de peso de material seco durante as duas últimas semanas que antecederam a colheita pelas plantas de salsão.

Houve uma produção de 4 647,61 kg/ha de matéria seca, considerando 47 619 plantas/ha, resultado este que concordam com os obtidos por HAMILTON e BERNIER (1975), que obtiveram uma produção de 43,97 t/ha de matéria fresca e 11,2% de matéria seca.

Aos dados referentes a acúmulo de matéria seca em função da idade ajustou-se uma equação do terceiro grau (tabela 5), com 99,02% de coeficiente de determinação.

4.1.2. Concentração de macronutrientes

Os resultados analíticos médios das concentrações dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea da planta, em função da idade, e suas respectivas equações de regressão acham-se expressos nas tabelas 6 e 7 e ilustrados na figura 2.

A concentração de N pela parte aérea da planta decresceu gradativamente com a maturidade, passando de 3,88% aos 20º dia após trans-

Tabela 5. Acúmulo médio de matéria seca pela parte aérea de plantas de sal
são, em função da idade

dias após transplante	peso seco		% acumulada
	g/planta	kg/ha*	
20	0,75 a**	35,71	0,77
40	5,85 a	278,57	5,99
60	29,30 b	1 395,25	30,02
80	47,45 b	2 259,52	48,62
100	97,60 c	4 647,61	100,00
dms (Tukey a 5%)	18,43		
CV (%)	23,32		
$\bar{Y} = -11,0603 + 0,7013 X - 0,1045.10^{-1}X^2 + 0,1421.10^{-3}X^3$			$R^2 = 99,02$

* considerando-se 47 619 plantas/ha (espaçamento: 0,60 x 0,35 m)

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

X - representa o número de dias após o transplante

Y - representa a estimativa do peso da matéria seca, em g/planta.

plante para 1,51% aos 100º dia. Estas variações ajustaram-se a uma equação do terceiro grau com alto coeficiente de determinação. Esta mesma tendência foi encontrada por ZINK (1966), no entanto, a redução ocorreu em maior am -

Figura 1. Produção de matéria seca (g/planta) pela parte aérea da planta em função da idade.

plitude, passando de 5,09% para 2,10%, no início e final do ciclo, respectivamente. BISHOP et alii (1973), num experimento de níveis de adubação nitrogenada, verificaram um aumento de 1,15% para 2,07% com o aumento da dose de N; essas porcentagens de concentração de N são menores do que as obtidas no experimento.

As concentrações de P, Mg e S durante o ciclo mantiveram-se praticamente constante, como pode-se observar na tabela 6. As concentrações médias durante o ciclo foram 0,56%, 0,44% e 0,56%, respectivamente. Os dados de ZINK (1966) mostram que houve um decréscimo do teor de P e Mg com o decorrer do ciclo, diferindo portanto com a tendência obtida no presente ensaio. Já BURDINE e GUZMAN (1970) apontaram um teor médio para P e Mg de 0,63 e 0,28%, respectivamente; valores estes próximos para P e menores para Mg.

A concentração de Ca decresceu até aos 80º dia após o transplante, de 1,82% para 1,24%. Essa variação do teor de Ca em função da idade ajustou-se a uma equação do terceiro grau com 99,73% de coeficiente de determinação. BURDINE e GUZMAN (1970) obtiveram um teor médio de cálcio de 1,34%, valor inferior ao do experimento, quando se considerou o teor médio do elemento durante o ciclo.

A concentração de K na parte aérea de plantas de salsão não apresentou uma tendência definida, durante o ciclo da cultura. Essa flutuação do teor de K em função da idade ajustou-se a uma equação do terceiro grau. O teor médio de K durante o ci-

Tabela 6. Concentração média de macronutrientes, em porcentagem da matéria seca, na parte aérea da planta, em função da idade

Dias após o transplante	N	P	K	Ca	Mg	S
20	3,88 a*	0,63 a	6,12 ab	1,82 a	0,44 ab	0,63 a
40	3,56 a	0,63 a	7,12 a	1,60 ab	0,40 b	0,56 ab
60	2,63 b	0,50 b	5,98 ab	1,37 b	0,42 ab	0,53 b
80	2,18 b	0,56 ab	6,50 ab	1,24 c	0,49 a	0,57 ab
100	1,51 c	0,50 b	5,47 b	1,51 ab	0,45 ab	0,53 b
dms (Tukey 5%)	0,52	0,09	1,24	0,34	0,08	0,09
CV (%)	8,65	7,02	9,13	10,32	8,18	7,62

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

Tabela 7. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2), referentes à concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de salso

Nutrientes	Equações	R^2
N	$\bar{Y} = 3,9302 + 0,1250.10^{-1}X - 0,7710.10^{-3}X^2 + 0,4067.10^{-5}X^3$	98,68
P	$\bar{Y} = 0,6980 - 0,3150.10^{-2}X + 0,1250.10^{-4}X^2$	66,43
K	$\bar{Y} = 4,7864 + 0,9994.10^{-1}X - 0,1536.10^{-2}X^2 + 0,6155.10^{-5}X^3$	53,70
Ca	$\bar{Y} = 1,7676 + 0,1229.10^{-1}X - 0,5763.10^{-3}X^2 + 0,4273.10^{-5}X^3$	99,73
Mg	$\bar{Y} = 0,6702 - 0,1725.10^{-1}X + 0,3279.10^{-3}X^2 - 0,1772.10^{-5}X^3$	93,04
S	$\bar{Y} = 0,8541 - 0,1554.10^{-1}X + 0,2484.10^{-3}X^2 - 0,1251.10^{-5}X^3$	93,15

X - representa a número de dias após o transplante

$\bar{Y}$ - representa a estimativa da concentração de macronutrientes em porcentagem da matéria seca.

Figura 2. Concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S (%), na parte aérea da planta de salsão em diferentes estádios de desenvolvimento.

clo foi de 6,24%, valor bastante inferior ao obtido por BURDINE e GUSMAN (1970) que foi de 8,49% de K.

4.1.3. Concentração de micronutrientes

Os resultados analíticos médios das concentrações dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea da planta, em função da idade, e suas respectivas equações de regressão acham-se expressos nas tabelas 8 e 9 e ilustradas na figura 3.

O teor de boro na parte aérea apresentou pequena variação durante o ciclo, com teor médio de 55,9 ppm. A esses dados ajustou-se uma equação do terceiro grau com alto coeficiente de determinação. CANNELL et alii (1959) verificaram um decréscimo da concentração foliar de boro de 44 para 35 ppm com o aumento da dose de adubo 10-10-10 de 2,5 para 10 toneladas por ha. Pode-se notar que o teor médio de 55,9 ppm obtido no experimento é relativamente alto quando comparado com os dados apresentados.

A concentração de Cu e Fe durante o ciclo da cultura não apresentaram um comportamento definido. Ambos apresentaram tendência de maior concentração aos 80 dias após o transplante com 12,0 e 757,2 ppm respectivamente.

A concentração de Mn aumentou significativamente com o desenvolvimento da cultura, de 43,0 ppm aos 20 dias após o transplante para 152,0 ppm aos 100 dias. Esses dados mostram que, apesar do grande aumento da matéria seca após 60 dias do transplante com expressivo efeito de diluição, houve ainda um acréscimo consistente no teor de Mn, mostrando alta

taxa de absorção do elemento nesta fase.

O comportamento do teor de Zn durante o ciclo da cultura ajustou-se a uma equação do terceiro grau com 99,74% de coeficiente de determinação. Analisando a tabela 8, verifica-se uma tendência de aumento de 67,5 ppm aos 20 dias após o transplante para 107,2 ppm aos 80 dias e um decréscimo para 87,0 ppm aos 100 dias. Este decréscimo no final do ciclo explica-se pelo efeito da diluição devido ao grande aumento da matéria seca em relação à absorção.

4.1.4. Acúmulo de macronutrientes

As quantidades de macronutrientes acumuladas na parte aérea em função da idade da planta e suas respectivas equações de regressão encontram-se nas tabelas 10 e 11 e ilustradas na figura 4.

O acúmulo de nitrogênio em função da idade obedeceu a uma equação do terceiro grau com 98,64% de coeficiente de determinação. No período de 40-60 dias após o transplante, a parte aérea das plantas de sal-são, absorveu em média 562,96 mg de N por planta, caracterizando como período de maior absorção de nitrogênio, vindo a seguir o período de 80-100 dias em que absorveu 428,75 mg de N por planta. Estes dados fornecem indícios da melhor época de aplicação de fertilizante nitrogenado para a cultura, considerando que no caso do nitrogênio é costumeira a adubação em cobertura por tratar-se de elemento facilmente lixiviável. No final do ciclo cada planta absorveu em média 1 472,77 mg de N, que corresponde a uma extração de 70,13 kg de N por ha, nas condições do experimento. Esta remoção

Tabela 8. Concentração média de micronutrientes, em partes por milhão da matéria seca, na parte aérea de plantas de salsaão, em função da idade

Dias após o transplante	B	Cu	Fe	Mn	Zn
20	55,5 ab*	10,5 ab	466,5 cd	43,0 b	67,5 c
40	45,8 b	7,0 c	688,8 ab	54,5 b	94,3 ab
60	52,3 b	8,8 bc	434,2 d	57,2 b	106,3 a
80	67,0 a	12,0 a	757,2 a	146,2 a	107,2 a
100	59,0 ab	8,0 c	583,0 bc	152,0 a	87,0 b
dms (Tukey 5%)	14,3	2,3	122,2	29,2	16,4
CV (%)	11,7	11,8	9,5	14,7	8,1

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

Tabela 9. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes à concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de salso

Nutriente	Equações	R^2
B	$\bar{Y} = 107,7776 - 3,9363 X + 0,7507.10^{-1}X^2 - 0,4056.10^{-3}X^3$	97,00
Cu	Não significativo pelo teste F.	
Fe	$\bar{Y} = 416,2734 + 4,1219 X - 0,2631.10^{-3}X^2 - 0,2124.10^{-3}X^3$	16,12
Mn	$\bar{Y} = 139,5487 - 7,3872 X + 0,1532 X^2 - 0,7769.10^{-3}X^3$	91,23
Zn	$\bar{Y} = 33,2518 + 1,8849 X - 0,6800.10^{-2}X^2 - 0,6654.10^{-4}X^3$	99,74

X - representa o número de dias após o transplante

$\bar{Y}$ - representa a estimativa da concentração de micronutrientes em ppm da matéria seca.

Figura 3. Concentrações de Fe, Zn, Mn, B e Cu (ppm), na parte aérea da planta de salsão em diferentes estádios de desenvolvimento.

de nitrogênio é muito pequena em relação aos 280 kg de N por ha obtido por ZINK (1966) com densidade de 103 286 plantas/ha. Já HAMILTON e BERNIER (1975) encontraram uma remoção de 159,8 kg de N por ha, valor este também superior ao obtido no experimento.

As quantidades de fósforo acumuladas pela parte aérea em função da idade, ajustaram-se a equação do segundo grau, ocorrendo ao longo do período, aumento significativo de acúmulo de fósforo. Até aos 60 dias após o transplante, somente 30,12% de fósforo havia sido acumulado. No período de 80-100 dias, isto é, o último período, houve o acúmulo de 40% do total de fósforo, indicando uma alta taxa de absorção do elemento já na fase final do ciclo. Em média, cada planta acumulou na colheita 485,88 mg de P, que corresponde uma extração de 23,14 kg de P por ha com 47 619 plantas por ha. Quantitativamente, a extração de P assemelhou ao Mg e S, no entanto, o valor encontrado é significativamente inferior aos resultados informados por ZINK (1966) que encontrou 72,00 kg de P por ha de extração e próximo dos dados obtidos por HAMILTON e BERNIER (1975) que encontraram uma extração de 31,5 kg de P por ha.

Houve uma variação significativa na quantidade de K acumulada em função da idade, e essa variação ajustou-se a uma equação do segundo grau. Verifica-se através da tabela 10 que, até aos 60 dias após o transplante, somente 32,76% do total de K foi absorvido e que mais de 40% do total acumulado foi absorvido nos últimos 20 dias que antecederam a colheita. Como o salsão é uma cultura que recebe intensa irrigação, a lixiviação de K no solo é elevada, e o K adicionado no plantio poderá não estar disponível em níveis adequados no período em que ocorre maior demanda de K do so-

lo. Portanto, os dados de extração sugerem a validade da adubação potássica em cobertura com o intuito de aumentar a disponibilidade deste elemento no período em que ocorre maior extração. A planta de salsão, em média, extraiu no final do ciclo, 5,36 g de K por planta, o que corresponde a uma extração de 255,43 kg de K por ha nas condições do experimento. O K foi o elemento que acumulou na parte aérea de plantas de salsão em maior quantidade, seguida pelo N e Ca que acumularam 70,13 e 70,02 kg por ha, respectivamente. ZINK (1966), HAMILTON e BERNIER (1975) e FEIGIN et alii (1976) encontraram uma extração de 635, 319 e 640 kg de K por ha, respectivamente. Estes valores superam destacadamente quando comparado com o resultado do experimento.

O acúmulo de cálcio pela parte aérea de plantas de salsão foi lento até aos 40 dias, sendo intensificada a seguir e alcançando a máxima taxa de absorção entre o 80º e 100º dia. O período entre 60º e 80º dia após o transplante teve uma taxa média diária de absorção de 9,17 mg de Ca por planta, índice bastante lento em comparação a 15,60 mg e 44,08mg correspondente ao período anterior e posterior respectivamente. Do total de Ca extraído, aproximadamente 60% foi absorvido nos últimos 20 dias que antecederam a colheita, como consequência do grande aumento de matéria seca neste período. Foram assimilados ao total 1,47 mg de Ca por planta equivalendo a 70,02 kg de Ca por ha nas condições do experimento. Esse valor foi quase quatro vezes inferior ao encontrado por ZINK (1966) e mais de duas vezes inferior às apontadas por HAMILTON e BERNIER (1975).

A extração de magnésio pela parte aérea de plantas de salsão acompanhou a tendência observada em outros nutrientes, de aceleração a

Tabela 10. Acúmulo médio de macronutrientes na parte aérea da planta em função da idade, em miligramas por planta e kg/ha (47 619 plantas/ha)

Dias após transplante	mg/planta						kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
20	29,04 a*	4,70 a	45,71 a	13,71 a	3,31 a	4,71 a	1,38	0,22	2,18	0,65	0,16	0,22
40	209,28 a	36,94 ab	413,90 ab	93,42 ab	23,19 ab	32,89 ab	9,97	1,76	19,71	4,45	1,10	1,57
60	772,24 b	146,35 b	1757,18 bc	405,50 bc	124,70 bc	157,67 bc	36,77	6,97	83,68	19,31	5,94	7,51
80	1044,02 bc	270,52 c	3126,73 c	588,91 c	237,74 c	275,23 d	49,72	12,88	148,89	28,04	11,32	13,11
100	1472,77 c	485,88 d	5364,02 d	1470,45 d	442,39 d	518,88 d	70,13	23,14	255,43	70,02	21,07	24,71
dms(Tukey 5%)	463,08	118,37	1523,56	316,63	118,32	130,67						
CV (%)	30,04	28,68	32,56	28,17	32,57	30,22						

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

Tabela 11. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de macronutrientes na parte aérea da planta, em função da idade

Nutriente	Equações	R^2
N	$\bar{Y} = 8,7163 - 8,0260 X + 0,4604 X^2 - 0,2355.10^{-2}X^3$	98,64
P	$\bar{Y} = 20,6020 - 2,1847 X + 0,6804.10^{-1}X^2$	99,81
K	$\bar{Y} = 18,9792 - 13,9226 X + 0,6722 X^2$	99,75
Ca	$\bar{Y} = -422,7761 + 32,2661 X - 0,6105 X^2 + 0,4853.10^{-2}X^3$	98,43
Mg	$\bar{Y} = 28,9970 - 2,7024 X + 0,6805.10^{-1}X^2$	99,74
S	$\bar{Y} = 28,5400 - 2,7265 X + 0,7567.10^{-1}X^2$	99,49

X - representa o número de dias após o transplante

$\bar{Y}$ - representa a estimativa do acúmulo de macronutrientes em mg/planta.

Figura 4. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S (mg/planta) pela parte aérea da planta, em função da idade.

partir do 40º dia após o transplante, apresentando taxas crescentes até a colheita. Esta tendência de aumento de acúmulo de Mg em função da idade da cultura obedeceu a uma equação do segundo grau com 99,49% de coeficiente de determinação. Na colheita, em média, cada planta acumulou na parte aérea 442,39 mg de Mg, equivalente a 21,07 kg de Mg por ha.

Na parte aérea de plantas de salsão, o acúmulo de enxofre ajustou-se a uma equação do segundo grau, observando-se um acúmulo lento até aos 60 dias, sendo que no período seguinte, o acúmulo aumentou rapidamente a uma taxa de 6,23 mg de S por planta por dia. Entre o 60º e o 80º dia a taxa de acúmulo decresceu, retomando o crescimento após o 80º dia. Houve um acúmulo de 24,71 kg de S por ha.

4.1.5. Acúmulo de micronutrientes

O acúmulo de micronutrientes pela parte aérea da planta em função da idade, e as equações de regressão, são apresentados nas tabelas 12 e 13 e ilustrado na figura 5.

Todos os micronutrientes estudados apresentaram pequeno acúmulo durante a fase inicial de crescimento, e a maioria apresentou mais de 40% do total de extração no último período, isto é, entre o 80º e o 100º dia. Com exceção do B que ajustou-se a uma equação do segundo grau, os demais obedeceram a equações do terceiro grau no tocante ao acúmulo destes elementos pelas partes aéreas de plantas durante o ciclo da cultura. Os coeficientes de determinação foram todos superiores a 99%, demonstrando bom nível de ajuste.

Até o 60º dia, o nível de acúmulo em cada período não diferiu significativamente, exceto no Zn em que o total acumulado no período de 40º a 60º dia passou de 0,55 mg para 3,13 mg. O aumento do total acumulado dos 60º ao 80º dia foram significativos com exceção do B que apesar do aumento percentual de 29,78, foi insignificante pelo Teste Tukey a 5%. Esse acúmulo acentuado de micronutriente no último período estudado, devido principalmente ao grande acúmulo de matéria seca, sugere que para o bom desenvolvimento da cultura, há necessidade de boa disponibilidade dos mesmos nesta fase.

Nas condições do experimento, e com densidade de 47 619 plantas por ha, a parte aérea de plantas de salsaõ extraiu aos 100º dia, em g/ha, 276,67; 37,62; 2704,76; 706,67 e 404,29 de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

O suprimento de micronutrientes, em quantidades pequenas, via adubação química no solo é um processo complexo, e algumas das alternativas viáveis dentro do contexto tecnológico atual relativo ao fornecimento adequado de micronutrientes para esta cultura, é sem dúvida a utilização de adubos orgânicos como fonte de micronutrientes.

Tabela 12. Acúmulos médios de micronutrientes na parte aérea de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e gramas por hectare (47 619 plantas/ha)

Dias após transplante	mg/planta						g/ha			
	B	Cu	Fe	Mn	Zn		B	Cu	Fe	Zn
20	0,04 a*	0,01 a	0,35 a	0,03 a	0,05 a		1,90	0,48	16,67	2,38
40	0,27 a	0,04 a	4,02 a	0,32 a	0,55 a		12,86	1,90	191,43	26,19
60	1,52 ab	0,26 a	12,71 a	1,66 a	3,13 a		72,38	12,38	605,24	149,05
80	3,25 b	0,58 b	36,63 b	6,95 b	5,09 c		154,76	27,62	1744,28	242,38
100	5,81 c	0,79 b	56,80 c	14,84 c	8,49 d		276,67	37,62	2704,76	404,29
dms (Tukey 5%)	1,85	0,28	16,14	2,97	1,89					
CV (%)	38,78	38,80	33,43	28,53	24,93					

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

Tabela 13. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes ao acúmulo de micronutrientes na parte aérea da planta

Nutrientes	Equações	R^2
B	$\bar{Y} = 0,3921 - 0,3755.10^{-1} X + 0,9178.10^{-3} X^2$	99,93
Cu	$\bar{Y} = 0,3568 - 0,2889.10^{-1} X + 0,6452.10^{-3} X^2 - 0,3129.10^{-5} X^3$	99,87
Fe	$\bar{Y} = 14,8766 - 1,1696 X + 0,2508.10^{-1} X^2 - 0,9150.10^{-4} X^3$	99,40
Mn	$\bar{Y} = 1,2975 - 0,7683.10^{-1} X + 0,5155.10^{-3} X^2 + 0,1612.10^{-4} X^3$	99,75
Zn	$\bar{Y} = 0,5273 - 0,6697.10^{-1} X + 0,2127.10^{-2} X^2 - 0,6682.10^{-5} X^3$	99,24

X - representa o número de dias após o transplante

$\bar{Y}$ - representa a estimativa do acúmulo de macronutrientes em mg/planta.

Figura 5. Acúmulo de Fe, Mn, Zn, B e Cu (mg/planta) pela parte aérea da planta, em função da idade.

4.2. Ensaio em casa de vegetação

4.2.1. Sintomatologia de deficiência de cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio em plantas de salsão cultivadas com doses crescentes de cálcio na solução nutritiva apresentaram-se com evidência tanto na parte aérea, como no sistema radicular, afetando principalmente a coloração das folhas e em casos severos de deficiência sob a forma de distúrbio específico denominado "blackheart" (figuras 6, 7 e 8).

O primeiro sintoma visível de deficiência de cálcio iniciou com alteração da coloração das raízes, sendo no princípio levemente avermelhadas e gradualmente passando a escuro, ocorrendo a paralização do crescimento do sistema radicular e com o passar do tempo, a sua putrefação. Na parte aérea, os sintomas de deficiência iniciaram logo em seguida a alteração da coloração das raízes, com clorose do ápice das folhas novas, passando a necróticas com a continuidade do tratamento. O aparecimento do sintoma foliar bloqueou o seu crescimento. Em casos severos, um dos últimos sintomas, antes da morte da planta, foi o amarelecimento e murchamento das nervuras das folhas nas horas mais quentes do dia e tornando-se permanente em seguida.

De um modo geral, a cultivar "Golden Detroit", apresentou tendência de maior resistência ao aparecimento dos sintomas de deficiência de cálcio do que a cultivar "Cornell 6-19" e um desenvolvimento mais vigoroso em todos os tratamentos.

AS plantas de salsão cultivadas com 0 ppm de cálcio na solu

Figura 6. Planta de salsão com sintoma típico de deficiência aguda de cálcio - "blackheart".

Figura 7. Plantas de salsaõ cultivar "Cornell 6-19", em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: A.R. Decheri.

Figura 8. Plantas de salsaõ cultivar "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva. Original: A.R. Dechen.

ção nutritiva, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", foram colhidas com 16 dias de antecedência em relação aos outros tratamentos, pois na ocasião, já apresentavam com início de putrefação das raízes. Nesse tratamento, na colheita, o tamanho das plantas da cultivar "Golden Detroit" eram maiores, e o sistema radicular mais vigoroso. Houve problema de putrefação de raízes nos tratamentos 0 e 50 ppm de Ca. O "blackheart", isto é, os sintomas de deficiência de Ca nas folhas novas, de ambas as cultivares, manifestaram nitidamente nos tratamentos 0, 50, 100 e 150 ppm de Ca. Na cultivar "Cornell 6-19", mesmo no tratamento com 200 ppm de Ca, houve uma leve manifestação do distúrbio. No tratamento com 300 ppm de Ca, as plantas de ambas cultivares foram isentas de qualquer sintoma de distúrbio nutricional, e mais vigorosas em relação aos outros tratamentos.

A época de aparecimento dos sintomas de deficiência de Ca diferiu dependendo do tratamento, sendo que as plantas cultivadas nas soluções nutritivas com menores concentrações de Ca apareceram primeiro.

O exame de plantas com sintoma de deficiência de Ca - "black heart" - mesmo com sintoma mais incipiente mostrou ser inadequado para comercialização, mostrando ser relevante a precaução do aparecimento do distúrbio.

4.2.2. Crescimento

O crescimento de plantas de salsa cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit" em função das doses de Ca foi avaliado pelo peso da ma-

têria seca e encontram-se expressos juntamente com equações de regressão nas tabelas 14 e 15, e respectivas curvas de regressão, na figura 9.

Houve efeito marcante de doses de cálcio na produção de matéria seca da parte aérea e raiz de ambas as cultivares. Esse aumento de matéria seca com o incremento do teor de cálcio na solução nutritiva obedeceu a equação do terceiro grau, com exceção da matéria seca da raiz da cultivar "Golden Detroit" em que a equação do quarto grau ajustou-se melhor.

Para ambas as cultivares e órgãos, o tratamento em que houve maior acúmulo de matéria seca foi o tratamento 300 ppm de cálcio. No caso da cultivar "Cornell 6-19", que mostrou uma tendência de melhor produtividade a altos níveis de cálcio na solução nutritiva, com 200 ppm de cálcio, produziu somente 22,54 g de matéria seca por planta, que corresponde a 59,87% em relação a produção com 300 ppm de cálcio. Isto indica que para esta cultivar há necessidade de estudo com teores mais elevados de cálcio para estabelecer o nível de máxima produtividade. Já, a cultivar "Golden Detroit", com 100 ppm de cálcio, acumulou matéria seca equivalente a 75% do 300 ppm, e quando aumentou a dose de 100 ppm para 150 e 200 ppm de cálcio, não houve resposta significativa.

Este estudo apesar de não constituir uma averiguação das relações catiônicas, a medida em que aumenta a concentração de cálcio na solução nutritiva, aumenta a relação Ca/K ou Ca/Mg. Portanto, estudando os dados de matéria seca, verifica-se que houve incremento da matéria seca com o aumento da relação Ca/K. No entanto, GUBBELS (1968) constatou que o aumento da relação Ca/K refletiu muito pouco no acúmulo de matéria seca.

Tabela 14. Peso da matéria seca, em gramas por planta, da parte aérea e raiz das plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit" em função de doses de cálcio na solução nutritiva (média de quatro plantas)

Doses de cálcio (ppm)	"Cornell 6-19 "		"Golden Detroit "	
	raiz	parte aérea	raiz	parte aérea
0	0,28 a*	4,13 a	0,45 a	3,76 a
50	0,77 ab	7,63 ab	1,83 b	13,25 b
100	1,05 bc	12,57 bc	2,71 bc	19,34 c
150	1,49 cd	16,53 cd	2,66 bc	20,07 c
200	1,87 d	20,67 d	1,94 b	18,24 c
300	3,80 e	33,85 e	3,40 c	25,91 d
dms (Tukey 5%)	0,59	5,43	1,04	4,98
CV (%)	16,90	15,17	21,31	13,21

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

LONERAGAN e SNOWBALL (1969) cultivaram várias espécies de plantas em uma larga variação de concentração de cálcio e concluíram que, na maioria das espécies, houve pequeno efeito na produção. Estes dados divergem dos dados obtidos no presente experimento, em que houve um grande

Tabela 15. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes ao peso da matéria seca, da parte aérea (PA) e raiz (R) de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Órgão da planta	Equações	R^2
<u>"Cornell 6-19"</u>		
R	$\bar{Y} = 0,2805 + 0,1188.10^{-1}X - 0,5566.10^{-4}X^2 + 0,1837.10^{-6}X^3$	99,80
PA	$\bar{Y} = 3,9425 + 0,9093.10^{-1}X - 0,1432.10^{-3}X^2 + 0,5725.10^{-6}X^3$	99,82
<u>"Golden Detroit"</u>		
R	$\bar{Y} = 0,4577 + 0,2551.10^{-1}X + 0,1324.10^{-3}X^2 - 0,2112.10^{-5}X^3 + 0,4986.10^{-8}X^4$	99,49
PA	$\bar{Y} = 3,3890 + 0,3015X - 0,1843.10^{-2}X^2 + 0,3623.10^{-5}X^3$	99,04

X - representa a dose de cálcio na solução nutritiva

$\bar{Y}$ - representa a estimativa do peso da matéria seca, em gramas, por planta.

Figura 9. Curvas de regressão das quantidades de matéria seca, da planta de salsa, cultivares "Cornell 6-19" (C) e "Golden Detroit"(D), em função de doses de cálcio na solução nutritiva.

aumento de produção com o aumento do teor de cálcio de 0 para 300 ppm.

4.2.3. Macronutrientes

As concentrações de macronutrientes nas plantas de salsão , cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função das doses de cálcio e suas respectivas equações e curvas de regressão encontram-se nas tabelas 16 a 19 e figuras 10 e 11.

A concentração de nitrogênio na parte aérea de plantas de salsão cultivar "Cornell 6-19" em função das doses de cálcio apresentaram pouca resposta. Somente a concentração de N na dose 0 ppm de Ca foi diferente e superior estatisticamente, em relação aos demais com 3,74%. Na cultivar "Golden Detroit", os teores de N nos tratamentos 50 e 100 ppm de Ca, foram inferiores aos demais, com 3,17 e 3,13%, respectivamente. No entanto, percebe-se através da tabela 16 que para ambas cultivares, no máximo, a variação do teor de N foi de 0,74% e a média de todos os tratamentos para as cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit" foram 3,21 e 3,42% de N, respectivamente, com pequena diferença entre as cultivares. Estes valores estão próximos da concentração de N obtida no experimento de campo , com colheita aos 40 dias após o transplante, mas diferente de outras épocas de colheita em que houve decréscimo do teor de N com a maturidade.

O comportamento da concentração de N na raiz de salsão, cultivar "Cornell 6-19" foi diferente da parte aérea. Nas cinco primeiras doses de Ca, o teor de N foi semelhante entre si estatisticamente e superiores aos teores obtidos com o tratamento 300 ppm de Ca. O teor médio de N

Tabela 16. Concentrações médias de macronutrientes (%) na parte aérea de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" (C) e "Golden Detroit" (D), em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Doses de cálcio (ppm)	N		P		K		Ca		Mg		S	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
0	3,74 b*	3,87 b	0,63 c	0,48 a	6,73 a	6,12 ab	0,43 a	0,41 a	0,62 b	0,62 b	0,27 ab	0,23 a
50	3,33 a	3,17 a	0,62 c	0,52 ab	6,43 a	6,86 b	0,36 a	0,41 a	0,60 b	0,62 b	0,33 ab	0,24 a
100	2,96 a	3,13 a	0,52 ab	0,60 abc	5,76 a	6,35 b	0,38 a	0,49 ab	0,43 a	0,48 a	0,29 ab	0,26 a
150	3,11 a	3,27 ab	0,55 abc	0,64 bc	6,05 a	5,92 b	0,53 b	0,53 bc	0,54 ab	0,46 a	0,32 ab	0,29 a
200	3,13 a	3,73 ab	0,57 bc	0,71 c	6,05 a	8,19 c	0,59 b	0,63 c	0,55 b	0,43 a	0,36 b	0,30 a
300	3,00 a	3,35 ab	0,47 a	0,63 bc	5,61 a	5,20 a	0,70 c	0,84 d	0,61 b	0,46 a	0,26 a	0,30 a
dms (Tukey 5%)	0,41	0,63	0,09	0,14	1,23	1,10	0,07	0,10	0,11	0,07	0,09	0,09
CV (%)	5,62	8,15	7,42	10,08	8,99	7,61	6,54	8,16	8,45	6,36	12,96	15,35

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

Tabela 17. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes às concentrações de macronutrientes (%) na parte aérea de plantas de salsaõ, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de Ca na solução nutritiva

Nutrientes	Equações	R^2
<u>"Cornell 6-19"</u>		
N	$\bar{Y} = 3,7489 - 0,1107.10^{-1}X + 0,2773.10^{-4}X^2 + 0,1875.10^{-6}X^3 - 0,6156.10^{-9}X^4$	96,04
P	$\bar{Y} = 0,6317 + 0,9665.10^{-3}X - 0,4237.10^{-4}X^2 + 0,2937.10^{-6}X^3 - 0,5639.10^{-9}X^4$	92,34
K	$\bar{Y} = 6,7454 - 0,5034.10^{-2}X - 0,1142.10^{-3}X^2 + 0,1063.10^{-5}X^3 - 0,2229.10^{-8}X^4$	90,12
Ca	$\bar{Y} = 0,4277 - 0,2697.10^{-2}X + 0,3007.10^{-4}X^2 - 0,6027.10^{-7}X^3$	97,86
Mg	$\bar{Y} = 0,6267 + 0,1111.10^{-3}X - 0,3908.10^{-4}X^2 + 0,3000.10^{-6}X^3 - 0,5721.10^{-9}X^4$	68,66
S	$\bar{Y} = 0,2713 + 0,2917.10^{-2}X - 0,5140.10^{-4}X^2 + 0,3101.10^{-6}X^3 - 0,5720.10^{-9}X^4$	95,92
<u>"Golden Detroit"</u>		
N	$\bar{Y} = 3,8629 - 0,1889.10^{-1}X + 0,1142.10^{-3}X^2 + 0,2648.10^{-7}X^3 - 0,7202.10^{-9}X^4$	98,33
P	$\bar{Y} = 0,4787 + 0,9198.10^{-3}X + 0,1703.10^{-6}X^2 + 0,2386.10^{-7}X^3 - 0,9683.10^{-10}X^4$	98,70
K	$\bar{Y} = 6,0837 + 0,7390.10^{-1}X - 0,1534.10^{-2}X^2 + 0,9701.10^{-5}X^3 - 0,1814.10^{-7}X^4$	95,77
Ca	$\bar{Y} = 0,4062 + 0,4558.10^{-4}X + 0,6661.10^{-5}X^2 - 0,6659.10^{-8}X^3$	99,44
Mg	$\bar{Y} = 0,6224 + 0,1621.10^{-2}X - 0,5275.10^{-4}X^2 + 0,2973.10^{-6}X^3 - 0,4847.10^{-9}X^4$	95,48
S	$\bar{Y} = 0,2293 + 0,1014.10^{-3}X + 0,3137.10^{-5}X^2 - 0,8983.10^{-8}X^3$	99,17

X - representa a dose de cálcio na solução nutritiva

$\bar{Y}$ - representa a estimativa da concentração de macronutrientes em porcentagem da matéria seca.

Tabela 18. Concentrações médias de macronutrientes (%) nas raízes de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" (C) e "Golden Detroit" (D), em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Doses de cálcio (ppm)	N		P		K		Ca		Mg	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
0	4,46 b*	4,61 b	0,40 a	0,64 a	0,75 a	1,62 a	0,21 b	0,09 a	0,76 c	0,39 a
50	4,52 b	3,34 ab	0,58 bc	0,64 a	2,15 b	2,80 a	0,12 a	0,11 ab	0,25 a	0,25 a
100	4,21 b	2,30 a	0,59 bc	0,57 a	2,07 b	2,47 a	0,13 a	0,21 c	0,24 a	0,28 a
150	4,21 b	3,48 ab	0,67 c	0,60 a	2,45 b	2,68 a	0,16 ab	0,21 c	0,23 a	0,28 a
200	4,25 b	4,18 b	0,55 abc	0,49 a	2,03 b	2,33 a	0,23 b	0,19 bc	0,21 a	0,33 a
300	3,13 a	3,28 ab	0,48 ab	0,62 a	2,41 b	4,10 b	0,23 b	0,26 c	0,63 b	0,91 b
dms (Tukey 5%)	0,84	1,57	0,16	0,20	0,52	1,21	0,07	0,08	0,11	0,16
CV (%)	9,10	19,80	12,70	14,91	11,75	20,10	17,12	21,26	12,14	17,41

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

Tabela 19. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes às concentrações de macronutrientes (%) na raiz de plantas de salso, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Nutrientes	Equações	R^2
<u>"Cornell 6-19"</u>		
N	$\bar{Y} = 4,4601 + 0,8215.10^{-2}X - 0,2133.10^{-3}X^2 + 0,1370.10^{-5}X^3 - 0,2662.10^{-8}X^4$	98,33
P	$\bar{Y} = 0,4048 + 0,3537.10^{-2}X - 0,7135.10^{-5}X^2 - 0,7276.10^{-7}X^3 + 0,2000.10^{-9}X^4$	90,07
K	$\bar{Y} = 0,7784 + 0,3864.10^{-1}X - 0,3281.10^{-3}X^2 + 0,1075.10^{-5}X^3 - 0,1168.10^{-8}X^4$	92,96
Ca	$\bar{Y} = 0,2094 - 0,2807.10^{-2}X + 0,2419.10^{-4}X^2 - 0,4868.10^{-7}X^3$	98,63
Mg	$\bar{Y} = 0,7581 - 0,1844.10^{-1}X + 0,2171.10^{-3}X^2 - 0,1035.10^{-5}X^3 + 0,1704.10^{-8}X^4$	99,65
<u>"Golden Detroit"</u>		
N	$\bar{Y} = 4,6458 - 0,3553.10^{-1}X + 0,5957.10^{-4}X^2 + 0,1349.10^{-5}X^3 - 0,4011.10^{-8}X^4$	92,21
P	$\bar{Y} = 0,6442 - 0,1199.10^{-2}X + 0,2152.10^{-4}X^2 - 0,1673.10^{-6}X^3 + 0,3600.10^{-9}X^4$	80,40
K	$\bar{Y} = 1,6692 - 0,2987.10^{-1}X - 0,2507.10^{-3}X^2 + 0,5941.10^{-6}X^3$	95,69
Ca	$\bar{Y} = 0,8857.10^{-1} - 0,9711.10^{-3}X + 0,4457.10^{-4}X^2 - 0,2968.10^{-6}X^3 + 0,5511.10^{-9}X^4$	97,60
Mg	$\bar{Y} = 0,3745 - 0,1722.10^{-2}X + 0,1118.10^{-5}X^2 + 0,3508.10^{-7}X^3$	98,60

X - representa a dose de cálcio na solução nutritiva

$\bar{Y}$ - representa a estimativa da concentração de macronutrientes em porcentagem de matéria seca.

Figura 10. Curvas de regressão dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea da planta de salso, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de Ca na solução nutritiva.

Figura 11. Curvas de regressão dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na raiz da planta de salsa, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva.

entre os tratamentos foi 4,13%, portanto superior ao teor médio da parte aérea. A cultivar "Golden Detroit" apresentou teores superiores de N nos tratamentos 0 e 200 ppm de Ca, e uma média de 3,53% de N entre os tratamentos; portanto, a concentração média entre os tratamentos da cultivar "Golden Detroit" foi inferior à "Cornell 6-19".

Uma análise conjunta das concentrações de N da raiz e parte aérea das duas cultivares, comparado às concentrações obtidas por ZINK (1962) no seu experimento, confirma a semelhança dos dados.

A concentração de fósforo da parte aérea das cultivares diferiu no seu comportamento em relação aos tratamentos de níveis de Ca. A cultivar "Cornell 6-19" apresentou concentrações de P muito próximos em todos os tratamentos, exceto no tratamento 300 ppm de Ca, onde houve uma diminuição significativa para 0,47%. Na cultivar "Golden Detroit", a menor concentração de fósforo foi encontrada no tratamento 0 ppm de Ca e a máxima no tratamento 200 ppm de Ca, com 0,48 e 0,71%, respectivamente.

Os resultados analíticos das concentrações de P na raiz das duas cultivares de salsa, endossa a falta de resposta dos tratamentos com níveis de Ca, encontrado na parte aérea. A concentração de P na raiz da cultivar "Golden Detroit", não variou entre os tratamentos, mas na cultivar "Cornell 6-19" houve uma variação significativa de 0,27% entre os tratamentos 0 ppm e 150 ppm.

A concentração de K da parte aérea de salsa cultivar "Cor-

nell 6-19" não foi influenciada pela concentração de Ca na solução nutritiva, e teve como concentração média entre os tratamentos, 6,11%. Para a cultivar "Golden Detroit", apesar da média ser próxima, 6,44% de K, o tratamento 200 ppm de Ca apresentou a máxima concentração de 8,19% de K e os demais, concentrações menores, atingindo 5,20% no tratamento 300 ppm de Ca.

Na raiz, o comportamento da concentração de K, em função da dose de Ca entre as cultivares diferiram também, mas não apresentaram tendências encontradas na parte aérea. A cultivar "Cornell 6-19" apresentou baixa concentração de K no tratamento 0 ppm de Ca - 0,75% de K - e a concentração de K entre outros tratamentos não diferiu estatisticamente. Por outro lado, na cultivar "Golden Detroit", as concentrações de K nas cinco primeiras doses de Ca foram iguais, diferindo somente com o tratamento 300 ppm de Ca, com elevado teor de K de 4,10%, em relação aos demais. Marcante foi o elevado teor de K na parte aérea em relação à raiz, com 6,11 e 6,44% da parte aérea e 1,98 e 2,67% de K da raiz, sendo a concentração média entre os tratamentos e cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", respectivamente.

No K, apesar de ser um cátion, não houve influência das doses de Ca na sua concentração, no entanto, alguns trabalhos mostram certa correlação, como por exemplo, os dados de DECHEN (1980) que verificou uma diminuição do teor de K, em todas as partes da planta de tomateiro linha -

gem Kada cultivada em solução nutritiva com doses crescentes de Ca. O nível de concentração de K encontrado na parte aérea está próximo do obtido no ensaio de campo.

A concentração de Ca na parte aérea de plantas de salsão , cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", aumentou com o incremento do teor de Ca na solução nutritiva, a partir do tratamento com 150 ppm de Ca, e nas dosagens menores foram indiferentes. Para ambas as cultivares, as plantas que apresentaram teor igual ou superior a 0,53% de Ca não mostraram sintomas de deficiência de Ca. O aumento do teor de Ca na solução nutritiva de 200 para 300 ppm causou incremento significativo do teor de Ca na parte aérea de 0,11 e 0,21% para as cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", respectivamente.

Na raiz, não houve resposta definida no teor de Ca devido aos tratamentos de níveis de Ca na solução nutritiva. Comparando a concentração de Ca na parte aérea e raiz, verifica-se uma acentuada diferença e alta concentração de Ca na parte aérea das duas cultivares, evidenciando a importância da corrente transpiratória no transporte de Ca.

A tendência de aumento de concentração de Ca na parte aérea em função do aumento da dose de Ca na solução nutritiva foi também verificada por LONERAGAN e SNOWBALL (1969) em diversas espécies de plantas e por DECHEN (1980) trabalhando com tomateiro. O teor de Ca da parte aérea de plantas cultivadas no campo apresentou teores muito superiores do que o obtido na solução com alta concentração de Ca; isso explica a ausência de "blackheart" no experimento de campo.

A concentração de Mg na parte aérea de plantas de salsão em função das doses de Ca apresentou tendências diferentes entre as cultivares. A cultivar "Cornell 6-19" não respondeu aos tratamentos de Ca em relação à concentração de Mg; as concentrações de Mg não diferiram entre os tratamentos, com exceção do tratamento 100 ppm que foi inferior a todos. Na cultivar "Golden Detroit", os tratamentos 0 e 50 ppm de Ca apresentaram teores de Mg semelhantes entre si e superiores estatisticamente em relação aos demais tratamentos. Nas duas cultivares, a concentração de Mg em % situou-se entre o intervalo 0,43 e 0,62%.

O comportamento da concentração de Mg na raiz em função da dose de Ca foi desordenado. Na cultivar "Cornell 6-19", os tratamentos que proporcionaram maior concentração de Mg foram os dos extremos - 0 e 300ppm de Ca - com 0,76 e 0,63% de Mg. Já para a cultivar "Golden Detroit", os tratamentos de 0 a 200 ppm de Ca tiveram uma concentração de Mg próximo de 0,31% e uma alta concentração de 0,91% no tratamento 300 ppm de Ca.

Os dados de campo - concentração de Mg de 0,44% na parte aérea, durante o ciclo - e da casa de vegetação cultivado em solução com 200 ppm de Ca, nível considerado normal, foram próximos.

Em relação a concentração de S na parte aérea, não houve influência do nível de Ca na solução nutritiva, com concentrações entre tratamentos variando muito pouco, e as médias entre tratamentos foram 0,31 e 0,27% para as cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit".

As equações de regressão das concentrações de macronutrientes na parte aérea e na raiz das duas cultivares de salsão encontram-se

nas tabelas 17 a 19. Através destes, verifica-se que todas as equações pertencem a terceiro e quarto grau, com a maioria apresentando alto nível de ajuste.

4.2.4. Micronutrientes

As concentrações de micronutrientes na parte aérea e raiz de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função das doses de Ca e suas respectivas equações e curvas de regressão, encontram-se nas tabelas 20 a 23 e figuras 12 e 13.

Não se verificou influência marcante dos tratamentos de doses de Ca na concentração de B na parte aérea de plantas de salsão cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit". Na cultivar "Cornell 6-19", somente o tratamento 0 ppm de Ca teve uma concentração estatisticamente diferente e menor dos demais, com 54,2 ppm de B. Para a cultivar "Golden Detroit", os tratamentos 0, 200 e 300 ppm de Ca apresentaram concentração de B semelhantes e superiores aos tratamentos 50, 100 e 150 ppm de Ca que também não apresentaram diferenças significativas entre si, com média de 89,91 ppm de B. Nas raízes, as concentrações de B foram significativamente menores do que na parte aérea; a variação de concentração de B devido os tratamentos na cultivar "Cornell 6-19" foram pequenos, e somente a concentração de B no tratamento 200 ppm de Ca - 10,5 ppm de B - foi significativamente menor em todos, e o restante, estatisticamente semelhantes, com 27,8 ppm de média. Na cultivar "Golden Detroit", houve uma tendência de aumento de concentração de B em função das doses de Ca. Comparando os dados deste experimento com os de CANNELL et alii (1959) e os resultados de campo, nota-se

Tabela 20. Concentrações médias de micronutrientes (ppm) na parte aérea de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" (C) e "Golden Detroit" (D) em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Doses de cálcio (ppm)	B			Cu			Fe			Mn			Zn		
	C	D		C	D		C	D		C	D		C	D	
0	54,25 a*	134,25 c		7,50 bc	7,75 c		94,25 ab	80,00 ab		166,50 c	100,25 c		31,75 b	20,50 a	
50	88,25 ab	95,00 ab		9,00 c	6,75 bc		134,75 d	76,50 a		140,75 c	83,25 b		26,50 b	19,25 a	
100	93,25 b	78,50 a		6,50 abc	8,00 c		84,50 ab	83,00 ab		84,50 ab	66,75 a		29,75 b	25,00 a	
150	84,00 ab	96,25 ab		4,75 ab	5,50 abc		104,25 bc	86,25 ab		95,00 ab	64,25 a		18,00 a	19,75 a	
200	96,00 b	111,50 bc		4,50 a	5,00 ab		127,25 c	94,75 b		103,50 b	61,50 a		29,25 b	35,25 b	
300	90,75 b	117,00 bc		8,00 c	4,00 a		68,25 a	81,00 ab		68,00 a	60,00 a		20,00 a	23,00 a	
dm's (Tukey 5%)	34,67	25,64		2,79	2,51		26,35	14,84		31,34	11,30		5,60	6,12	
CV (%)	18,26	10,81		18,50	18,13		11,46	7,89		12,70	6,91		9,60	11,43	

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

Tabela 21. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes às concentrações de micronutrientes (ppm) na parte aérea de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Nutrientes	Equações	R^2
<u>"Cornell 6-19"</u>		
B	$\bar{Y} = 53,8615 + 1,4214 X - 0,1794.10^{-1}X^2 + 0,8716.10^{-4}X^3 - 0,1393.10^{-6}X^4$	97,86
Cu	$\bar{Y} = 7,5192 + 0,9973.10^{-1}X - 0,1857.10^{-2}X^2 + 0,9068.10^{-5}X^3 - 0,1323.10^{-7}X^4$	99,63
Fe	$\bar{Y} = 95,6343 + 2,2095 X - 0,4298.10^{-1}X^2 + 0,2572.10^{-3}X^3 - 0,4649.10^{-6}X^4$	88,62
Mn	$\bar{Y} = 167,1585 - 0,1432 X - 0,1569.10^{-1}X^2 + 0,1231.10^{-3}X^3 - 0,2428.10^{-6}X^4$	94,97
Zn	$\bar{Y} = 31,0984 + 0,9858.10^{-1}X - 0,3761.10^{-2}X^2 + 0,2555.10^{-4}X^3 - 0,4838.10^{-7}X^4$	55,13
<u>"Golden Detroit"</u>		
B	$\bar{Y} = 135,0179 - 1,2841 X + 0,9372.10^{-2}X^2 - 0,1764.10^{-4}X^3$	98,24
Cu	$\bar{Y} = 7,6417 - 0,2382.10^{-1}X + 0,4565.10^{-3}X^2 - 0,3382.10^{-5}X^3 + 0,6641.10^{-8}X^4$	85,64
Fe	$\bar{Y} = 79,7892 - 0,1124 X + 0,1389.10^{-2}X^2 - 0,3631.10^{-6}X^3 - 0,9911.10^{-8}X^4$	96,01
Mn	$\bar{Y} = 100,4239 - 0,3843 X - 0,4100.10^{-4}X^2 + 0,9282.10^{-5}X^3 - 0,2124.10^{-7}X^4$	99,04
Zn	$\bar{Y} = 19,9808 + 0,1837 X - 0,4309.10^{-2}X^2 + 0,3111.10^{-4}X^3 - 0,6226.10^{-7}X^4$	71,28

X - representa a dose de cálcio na solução nutritiva

$\bar{Y}$ - representa a estimativa da concentração de micronutriente em ppm da matéria seca.

Tabela 22. Concentrações médias de micronutrientes (ppm) nas raízes de plantas de salsaõ, cultivares "Cornell 6-19" (C) e "Golden Detroit" (D), em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Doses de cálcio (ppm)	B			Cu			Fe			Mn			Zn		
	C	D		C	D		C	D		C	D		C	D	
0	28,25 b*	17,25 a		58,00 c	13,00 a		7651,25 c	1232,00 a		246,25 c	115,25 a		85,00 b	135,25 b	
50	23,00 ab	22,75 a		21,00 b	13,00 a		3921,25 b	921,25 a		84,00 a	83,25 a		37,00 a	47,00 a	
100	29,50 b	29,00 a		16,25 ab	14,50 a		1545,25 a	1468,50 a		50,00 a	87,50 a		31,00 a	38,25 a	
150	36,50 b	47,75 ab		14,50 ab	15,75 a		1321,00 a	1382,25 a		85,75 a	100,50 a		38,50 a	36,50 a	
200	10,50 a	70,75 b		14,75 ab	9,25 a		2057,00 a	1118,25 a		81,25 a	114,00 a		40,25 a	30,25 a	
300	21,75 ab	66,00 b		11,50 a	10,00 a		709,50 a	1166,00 a		143,00 b	189,25 b		31,75 a	29,00 a	
dns (Tukey 5%)	15,36	31,18		7,11	6,88		1780,61	967,52		49,53	40,47		12,44	46,11	
CV (%)	27,39	32,80		13,93	24,31		27,60	35,40		19,13	15,65		12,60	38,88	

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

Tabela 23. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes às concentrações de micronutrientes (ppm) na raiz de plantas de salso, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva

Nutrientes	Equações	R^2
<u>"Cornell 6-19"</u>		
B	$\bar{Y} = 28,7318 - 0,7380 X + 0,1620.10^{-1}X^2 - 0,1019.10^{-3}X^3 + 0,1860.10^{-6}X^4$	90,86
Cu	$\bar{Y} = 57,7617 - 1,2022 X + 0,1188.10^{-1}X^2 - 0,4844.10^{-4}X^3 + 0,6833.10^{-7}X^4$	99,40
Fe	$\bar{Y} = 7644,0120 - 84,6755 X + 0,8547.10^{-1}X^2 + 0,2185.10^{-2}X^3 - 0,5948.10^{-5}X^4$	99,43
Mn	$\bar{Y} = 247,2433 - 5,8554 X + 0,6196.10^{-1}X^2 - 0,2607.10^{-3}X^3 + 0,3845.10^{-6}X^4$	99,29
Zn	$\bar{Y} = 85,0191 - 1,6648 X + 0,1718.10^{-1}X^2 - 0,6813.10^{-4}X^3 + 0,1926.10^{-7}X^4$	99,92
<u>"Golden Detroit"</u>		
B	$\bar{Y} = 17,6127 + 0,1909 X - 0,3281.10^{-2}X^2 + 0,3375.10^{-4}X^3 - 0,7726.10^{-7}X^4$	90,50
Cu	$\bar{Y} = 13,0957 - 0,1275 X + 0,3280.10^{-2}X^2 - 0,2170.10^{-4}X^3 + 0,4022.10^{-7}X^4$	93,29
Fe	$\bar{Y} = 1220,3760 - 20,5776 X + 0,4300 X^2 - 0,2546.10^{-2}X^3 + 0,4463.10^{-5}X^4$	87,56
Mn	$\bar{Y} = 113,0413 - 0,6861 X + 0,4464.10^{-2}X^2 - 0,4460.10^{-5}X^3$	98,68
Zn	$\bar{Y} = 135,0767 - 3,0370 X + 0,3270.10^{-1}X^2 - 0,1440.10^{-3}X^3 + 0,2159.10^{-6}X^4$	100,00

X - representa a dose de cálcio na solução nutritiva.

Y - representa a estimativa da concentração de micronutriente em ppm da matéria seca.

Figura 12. Curvas de regressão dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea da planta de salso, culti-
vares "Cornell 6-19" e Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva.

Figura 13. Curvas de regressão dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn na raiz da planta de salsaõ, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", em função de doses de cálcio na solução nutritiva.

que a concentração de B na parte aérea, de ambas as cultivares, foram muito maiores.

A concentração de Cu na parte aérea de plantas de salsão, cultivar "Golden Detroit", decresceram com o aumento do teor de Ca na solução nutritiva; a cultivar "Cornell 6-19" também apresentou a mesma tendência, no entanto, quando o teor de Ca aumentou de 200 para 300 ppm, houve um grande incremento da concentração de Cu, de 4,5 para 8,0 ppm. A concentração de Cu na raiz da cultivar "Golden Detroit", em função de nível de Ca, foi indiferente, com teor médio de 12,5 ppm, enquanto que na cultivar "Cornell 6-19", diminuiu.

A concentração de Fe nas plantas de salsão, de ambas as cultivares, em função dos tratamentos, foi muito desordenada, dificultando a interpretação dos resultados obtidos.

Houve resposta dos tratamentos na concentração de Mn na parte aérea de plantas de salsão, cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", com diminuição progressiva do teor de Mn, devido o aumento da concentração de Ca na solução nutritiva. No entanto, não houve um comportamento definido da concentração de Mn na raiz de ambas cultivares, devido os tratamentos. DECHEN (1980) cultivando tomateiro cultivar Kada em níveis crescentes de Ca, verificou uma diminuição do teor de Mn nas folhas inferiores e frutos.

O teor de Zn da parte aérea de plantas de salsão, das duas cultivares estudadas foi pouco influenciado pelos tratamentos. Com exceção do tratamento 0 ppm de Ca que apresentou concentração de Zn superior aos

demais tratamentos, não houve resposta do aumento da concentração de Ca na absorção e teor de Zn na raiz de plantas de salsão de ambas as cultivares.

As equações de regressão do terceiro e quarto grau apresentaram melhor coeficiente de determinação para as concentrações de micronutrientes, em função dos níveis de Ca na solução nutritiva.

5. CONCLUSÕES

5.1. Ensaio em condições de campo

- O acúmulo de matéria seca na parte aérea de plantas de salsão foi lento no início do ciclo e muito acelerado nos 20 dias que antecederam a colheita, com um acúmulo de 51,7% do total de matéria seca neste período.

- A concentração de nitrogênio na parte aérea da planta de cresceu gradativamente com a maturidade.

- As concentrações de fósforo, magnésio e enxofre durante o ciclo mostraram-se praticamente inalteradas, enquanto as concentrações de cálcio e potássio não apresentaram tendências definidas.

- As concentrações de micronutrientes não apresentaram um comportamento definido durante o ciclo, exceto o manganês que aumentou significativamente com o desenvolvimento da cultura.

- O acúmulo de nutrientes acompanhou, em geral, a produção

de matéria seca.

- Aos 100 dias após o transplante, em ordem decrescente, o acúmulo de nutrientes na parte aérea por planta, foram: K - 5,36 g; N - 1,47 g; Ca - 1,47 g; S - 0,52 g; P - 0,49 g; Mg - 0,44 g; Fe - 56,8 mg; Mn - 14,8 mg; Zn - 8,49 mg; B - 5,81 mg e Cu - 0,79 mg.

5.2. Ensaio em casa de vegetação

- Foi possível caracterizar com nitidez a deficiência de cálcio em ambas as cultivares.

- Com os níveis de cálcio empregados na solução nutritiva, as plantas de salsa não apresentaram sintomas de excesso.

- A cultivar "Golden Detroit" apresentou maior resistência ao aparecimento de sintomas de deficiência de cálcio do que a cultivar "Cornell 6-19".

- Os sintomas de deficiência de cálcio nas folhas novas de ambas as cultivares, manifestaram-se nos tratamentos com teores de cálcio na solução nutritiva igual ou inferior a 150 ppm.

- O aumento da concentração de cálcio na solução nutritiva favoreceu o crescimento das plantas de salsa.

- A concentração de cálcio na parte aérea de plantas de salsa de ambas as cultivares aumentou com o incremento do teor de cálcio

na solução nutritiva a partir do tratamento com 150 ppm de Ca; nas doses menores foram indiferentes.

- O aumento do teor de cálcio na solução nutritiva induziu uma diminuição na concentração de manganês na parte aérea de plantas de salsão.

- As porcentagens de cálcio na parte aérea, acima das quais não apresentaram sintoma de deficiência foram 0,59% e 0,63% para as cultivares "Cornell 6-19" e "Golden Detroit", respectivamente.

LITERATURA CITADA

BERGMAN, E.L., 1960. Celery blackheart and its control in Pennsylvania .
Progress Report, 215: 1-5.

BISHOP, R.F., E.W. CHIPMAN e C.R. MACEARCHER, 1973. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yields and nutrient levels in celery and head lettuce grown on sphagnum peat. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Nova Iorque, 4(5): 375-387.

BURDINE, H.W., V.L. GUZMAN e C.B. HALL, 1961. Growth changes in three celery varieties on Everglades organic soils. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Michigan, 78: 353-360.

BURDINE, H.W. e V.L. GUZMAN, 1970. Celery cultivar responses to pH adjustment on Everglades organic soil. Journal of the American Society for Horticultural Science, St. Joseph, 94: 520-523.

CANELL, G.H., K.B. TYLER e C.W. ASBELL, 1959. The effects of irrigation and fertilizer on yield, blackheart, and nutrients uptake of celery .

Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Itaca ,
74: 539-545.

CANNELL, G.H., K.B. TYLER e F.H. TAKATORI, 1963. Growth measurements of
celery in relation to yield. Proceedings of the American Society for
Horticultural Science, Beltsville, 83: 511-518.

CERVATO, A., 1969. Risultati di una prova di concimazione al sedano
(*Apium graveolens* L., var. *dulce* Mill.). Ann. Fac. Agron. S. Cuore, Mi-
lano, 9: 226-240. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 41
(1): 184.

COX, E.F., A.S. DEARMAN, 1978. The control of blackheart of celery with
calcium sprays. Experimental Horticulture, 30: 1-6.

DECHEN, A.R., 1980. Cálcio no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicum
esculentum*, Mill). Piracicaba, 91p. [Tese (Doutoramento) - ESALQ/USP].

DEPARTAMENTO DA AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS, 1933. Blackheart of celery
can be controlled. Yearbook of Agriculture, 339-340. U.S. Government
Printing Office, Washington, D.C.

ELSER, A.E., 1965. An evaluation of some factors influencing the mineral
composition and chlorosis of celery, *Apium graveolens* L. Dissertation
Abstract, 1965, 25: 4895. Apud Horticultural Abstract, East Malling
Kent, 36(1): 105.

FEIGIN, A., B. SAGIV, H. AVIRAN e J. TSIPILEVITCH, 1976. [Response of
celery to manure and nitrogen fertilization under Negev conditions] .

- Hassedech, 56(9): 1528-1534. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 47(3): 247.
- FEIGIN, A., J. LETEY e N.M. JARREL, 1982. Nitrogen utilization efficiency by drip irrigated celery receiving preplant or water applied N fertilizer. Agronomy Journal, Madison, 74:978-983.
- FILGUEIRA, F.A.R., 1972. Manual de Olericultura. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 451 p.
- FILGUEIRA, F.A.R., 1982. Manual de Olericultura, volume II. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 336 p.
- GERALDSON, C.M., 1952. The cause and control of blackheart of celery. A.R. Fla. Agric. Exp. States, p.293-294.
- GERALDSON, C.M., 1954. The control of blackheart of celery. Proceeding American Society for Horticultural Science, Itaca, 63: 353-358.
- GERALDSON, C.M., 1957. Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato and pepper. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 21(6): 621-624.
- GUBBELS, G.H., 1968. Soil and atmospheric influences on plant water balance with especial reference to blackheart of celery (*Apium graveolens*). Dissertation Abstract, Sect. B, 28: 4831. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 39(4): 806. 1969.
- GUBBELS, G.H. e R.L. CAROLUS, 1971. Influence of atmospheric moisture ion balance, and ion concentration on growth, transpiration and blackheart

- of celery (*Apium graveolens* L.). Journal of the American Society for Horticultural Science, Michigan, 96(2): 201-204.
- HALL, C.B., H.W. BURDINE e V.L. GUZMAN, 1961. The composition of three celery varieties at several stages of maturity. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Beltsville, 78: 361-367.
- HAMILTON, H.A. e R. BERNIER, 1975. N-P-K fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot and onion grown on an organic soil in Quebec. Canadian Journal Plant Science, Ottawa, 55: 453-461.
- JACOBSON, L., 1951. Maintenance of iron supply in nutrient solutions by a single addition of ferric potassium ethylene diamine tetra acetate. Plant Physiology, Bloomington, 26: 411.
- LONERAGAN, J.F. e K. SNOWBALL, 1969. Calcium requirements of plants. Australian Journal of Agricultural Research, Victoria, 20: 465-478.
- PIETERS, J.H., 1971. Control of blackheart in early outdoor self blanching celery. Mededaling, Proefstation voor de Groenteteelt in de Volle Groud in Nederland, 55, 27p. Apud Horticultural Abstracts, East Malling Kent, 42(2): 499. 1972.
- RAIJ, B. van e ZULLO, M.A., 1977. Métodos de análise de solos. Campinas, Instituto Agronômico, 1977. 16p. (Circular 63).
- RANZANI, G., O. FREIRE e T. KINJO, 1966. Carta de solos do município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos, ESALQ/USP. (mimeografado).

- RICHARDSON, J.K., 1938. Studies on blackheart, soft-rot, and tarnished plant bug injury of celery. Canadian Journal of Research, Ottawa, 16: 182-193.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP. 56p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1: 231-233.
- SPENCER, E.L. e C.M. GERALDSON, 1951. Symptoms of nutritional disorders of crop plants. Blackheart of celery. A.R. Fla. Agric. Exp. States, p.241.
- STARK, J.C., W.M. JARRELL e J. LETEY, 1982. Relationships between growth and nitrogen fertilization of celery. HortScience, Alexandria, 17 (5) : 754-755.
- TAKATORI, F.H., O.A. LORENZ e G.H. CANNELL, 1960. Strontium and calcium for the control of blackheart of celery. Proceedings American Society Horticultural Science, Itaca, 77: 407-414.
- WESTGATE, P.J., 1951. Preliminary results and observations for blackheart of celery. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Deland, 64: 87-92.
- WESTGATE, P.J., W.G. BLUE e C.F. ENO, 1954. Blackheart of celery and its relationship to soil fertility and plant composition. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 158-163. Apud Horticultural Abstracts, 25(3): 423. 1955.

ZINK, F.W., 1966. Celery growth and nutrient absorption studies. California Agriculture, Berkeley, 7:10.