

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS DE COUVE-FLORES CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA SUPRIMIDAS DE MACRONUTRIENTES

AVALHÃES, Cintia Carla¹
PRADO, Renato de Mello²
CORREIA, Marcus André Ribeiro¹
ROZANE, Danilo Eduardo¹
ROMUALDO, Liliane Maria¹

Recebido em: 2008-01-25

Aprovado em: 2009-04-14

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.162

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional da couve-flor, bem como descrever sintomas visuais de deficiência nutricional, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, em solução nutritiva. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos, que corresponderam à solução completa e à omissão individual de N, P, K, Ca, Mg e S, com três repetições. Foram avaliados a altura das plantas, o número de folhas, a área foliar, a massa seca da parte aérea, das raízes e planta inteira, os teores dos macronutrientes da parte aérea e raízes e descritas as desordens nutricionais. As omissões individuais de N, P, K, Ca e Mg foram as mais limitantes para o crescimento vegetativo da couve-flor, reduzindo consideravelmente a altura, o número de folhas, área foliar, assim como massa seca da parte aérea, raízes e planta inteira. Foram observados sintomas de deficiência nutricional de cada elemento. Os teores dos macronutrientes na parte aérea do tratamento completo e com omissão dos nutrientes foram respectivamente: N = 36,3 – 11,0; P = 5,0 – 1,0; K = 37,0 – 4,7; Ca = 26,0 – 5,7; Mg = 5,3 – 1,0; S = 15 – 3,0 g kg⁻¹.

Palavras-chave: Brassica oleracea. Deficiência nutricional. Nutrição mineral. Hidroponia.

ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS OF PLANTS OF CAULIFLOWER GROWN IN NUTRIENT SOLUTION SUPRIMIDAS OF MACRONUTRIENTS

SUMMARY: An experiment was conducted under greenhouse conditions, to evaluate the effects of macronutrient omission on cauliflower nutritional status and development, as well as describe nutritional deficiency symptoms. The experiment was arranged in completely randomized design with three replications and seven treatments, corresponding to complete nutritive solution and individual N, P, K, Ca, Mg and S omission. Plant height, number of leaves, leaf area, shoot, root and whole plant dry mass and macronutrient levels were determined and nutritional deficiency symptoms were described. Individual omissions of N, P, K or Ca were the most limiting for cauliflower growth, considerably reducing plant height, number of leaves, and shoot, root and whole plant dry mass. Nutritional deficiency symptoms were observed for each element. Shoot macronutrient levels in control and nutrient omission treatments were, respectively: N = 36.3 – 11.0; P = 5.0 – 1.0; K = 37.0 – 4.7; Ca = 26.0 – 5.7; Mg = 5.3 – 1.0; S = 15.0 – 3.0 g kg⁻¹.

Keywords: Brassica oleracea. Nutritional deficiency. Mineral nutrition. Hydroponic.

1 Pós-Graduandos, FCAV/UNESP. Via de Acesso Paulo D. Castellane, s/n. CEP. 14844-900 – Jaboticabal-SP. E-mail: cintiavalhaes@hotmail.com

2 Professor, FCAV/UNESP. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

A couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), assim como as outras brássicas, desenvolvem bem em solos tipicamente argilosos, é pouco tolerante à acidez e comporta-se indiferente ao fotoperíodo, entretanto, a temperatura é um fator agroclimático limitante (FILGUEIRA, 2005).

A produtividade da couve-flor pode ser maior que 30 t ha⁻¹, com colheita de duas a três vezes por semana. É uma hortaliça cultivada em várias partes do mundo, e no Brasil destaca-se o cultivo no Estado de São Paulo, que no ano de 2006, a área foi de 1877 ha, produção de 27889 t e produtividade de 14,9 t ha⁻¹ (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008).

Para ampliar a produção da couve-flor é importante atender adequadamente sua exigência nutricional. Neste sentido, Filgueira (2005) indica que os macronutrientes nitrogênio e fósforo são aqueles que mais incrementam a produtividade da couve-flor, e o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais extraídos pela cultura, embora as plantas sejam exigentes também em cálcio e o enxofre. Assim, a literatura tem indicado efeitos benéficos dos nutrientes na produtividade da couve-flor, a exemplo do nitrogênio (NILSON et al., 1980; BATAL et al., 1997; BJELIC, 1997; Camargo et al., 2008), do fósforo (McGRADY, 1997), do potássio (Singh; Sharma, 1988), cálcio (TREMBLAY et al., 2005) e do enxofre (SANDERSON, 2003).

Caso ocorra problemas no fornecimento dos nutrientes para a couve-flor, implicará em uma desordem nutricional e diminuição na produção e na qualidade da hortaliça. A deficiência ou excesso de um dado nutriente proporciona efeitos semelhantes em diferentes espécies vegetais, devido à similaridade de suas funções (MEYER et al., 1983). No entanto, existem respostas diferenciadas entre e dentro espécies como resultado da expressão genética, influenciando a distribuição dos elementos (VOSE, 1963). Para estudar essas desordens nutricionais, a técnica de cultivo de plantas em solução nutritiva tem permitido avanços no conhecimento da nutrição das plantas, pois controla mais adequadamente a composição da solução e elimina a heterogeneidade e complexidade que se apresenta no solo.

Na literatura, são incipientes os trabalhos completos sobre nutrição dos macronutrientes para a couve-flor, especialmente, sobre os efeitos da sua omissão no crescimento e na desordem nutricional, havendo pioneiro de Homa et al. (1968), e portanto, existe a necessidade de pesquisas com essa hortaliça devido surgimento de novos genótipos.

Neste contexto, o presente trabalho visou avaliar o crescimento, a produção de matéria seca e o estado nutricional das plantas de couve-flor em função das omissões individuais de macronutrientes, cultivado em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na FCAV/Unesp campus Jaboticabal-SP (21°15'22" Sul, 48°18'58" Oeste), utilizando a couve-flor, híbrido Verona, em vasos contendo 5 L de solução nutritiva.

O experimento foi constituído dos seguintes tratamentos: 1-completo (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn); 2- omissão de nitrogênio (-N); 3- omissão de fósforo (-P); 4- omissão de potássio (-K); 5- omissão de cálcio (-Ca); 6- omissão de magnésio (-Mg); 7- omissão de enxofre (-S), dispostos em um delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os vasos foram trocados de lugar a cada semana para proporcionar as mesmas condições de temperatura, umidade e luminosidade para os tratamentos.

A semeadura foi realizada em bandeja de 200 células em substrato comercial Bioplant[®], sem adubação. Após 21 dias da semeadura, duas plantas foram transferidas por vaso, contendo diferentes soluções nutritivas completa de Hoagland; Arnon (1950), diluída a $\frac{1}{4}$ da concentração usual, mantidos durante a primeira semana de cultivo e solução diluída a $\frac{1}{3}$ para a segunda semana de cultivo e após esse período até o final do experimento (6 semanas de cultivo), utilizou-se a presente solução nutritiva sem a diluição. As soluções nutritivas foram substituídas a cada quinze dias.

Ressalta-se que, para o manejo das soluções nutritivas ao longo do período de estudo, o pH foi monitorado diariamente, ajustando-se a $5,5 \pm 0,5$, usando-se solução NaOH ou HCl 0,1 M.L⁻¹. Para a reposição da água evapotranspirada foi utilizada água desionizada, sendo a solução nutritiva oxigenada constantemente, a partir do uso do compressor de ar.

As plantas foram colhidas após seis semanas do transplantio, exceto as plantas que receberam o tratamento com omissão de nitrogênio, cálcio e potássio, sendo estas colhidas na quinta semana após o transplante para os vasos devido ao aparecimento mais precoce dos sintomas visuais de desordem nutricional. Nessa ocasião, determinou-se a altura das plantas, medida da base da espuma fenólica, rente ao vaso, até a maior extremidade da planta e ainda, a área foliar e o número total de folhas na planta.

O material vegetal colhido foi lavado com água desionizada e separado em parte aérea e raízes, e colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante e determinou-se a massa da matéria seca. E em seguida material vegetal foi moído (moinho tipo Willey), para a análise química, determinando-se os teores dos macronutrientes na matéria seca da parte aérea e das raízes, conforme método descrito por Bataglia et al. (1983). E com os resultados da massa da matéria seca da parte aérea e raízes e os respectivos teores de nutrientes, realizou-se o cálculo do acúmulo desses nutrientes na parte aérea, raiz e posteriormente na planta inteira. Durante todo o período experimental, fez-se descrições da sintomatologia visual de deficiência nutricional nas plantas, inerente à cada tratamento.

Para os resultados obtidos, realizou-se a análise de variância e para comparação das médias, o teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software SAS. Optou-se em indicar apenas a

diferença significativa apontado pelo teste de comparação de médias, em relação ao tratamento com a omissão do nutriente e o completo, objeto principal do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nitrogênio

A omissão de nitrogênio influenciou de forma significativa as variáveis vegetativas das plantas de couve-flor, diminuindo o número de folhas, a altura das plantas e o diâmetro da haste, bem como a área foliar e a matéria seca, em relação ao tratamento completo (Tabela 1). Filgueira (1981) cita a influência do nitrogênio, aumentando o número e o tamanho das folhas, bem como a massa seca da parte aérea. Rogolin et al. (2006) observaram que o efeito depressivo da deficiência de N em couve-flor pode ser influenciado pelo genótipo. O efeito benéfico do nitrogênio na produção da couve-flor é amplamente relatado na literatura (NILSON et al., 1980; BATAL et al., 1997; CAMARGO et al., 2008).

O tratamento completo apresentou teor de N na parte aérea de 36,3 g kg⁻¹, enquanto que no tratamento com omissão deste nutriente, obteve-se um valor de 11,0 g kg⁻¹. Com a omissão do elemento em questão não houve desenvolvimento de raízes. A partir desse valor, nota-se que a planta de couve-flor encontrava-se deficiente, quando comparado a faixa proposta como adequada por Trani; Raij (1997) (40-60 g kg⁻¹ de N na folha recém desenvolvida, na formação da cabeça). Camargo et al. (2008), observaram a maior produção da couve-flor com teor de N na inflorescência de 40 g kg⁻¹. Furlani et al (1978), apresenta teores médio de N na couve-flor de 41,2 g kg⁻¹ na folha e de 38,9 g kg⁻¹ na inflorescência.

A omissão do nitrogênio na solução nutritiva afetou outros nutrientes, com redução significativa, em comparação com tratamento completo, nos teores de Ca (14,3 g kg⁻¹) e Mg (2,0 g kg⁻¹) (Tabela 2). Essa observação se repetiu para N, P, K, Ca, Mg e S, quando se analisou o acúmulo dos mesmos na planta inteira, sendo os valores, no tratamento completo e na omissão, respectivamente: 219,1 e 5,9; 29,6 e 2,5; 38,9 e 26,0; 155,1 e 7,6; 32,9 e 1,2; e 89,3 e 6,8 mg planta⁻¹. Haag (1980) também verificou que a couve-flor apresentou maior extração de nitrogênio (68 kg ha⁻¹).

Em decorrência da omissão de nitrogênio, as plantas apresentaram amarelecimento das folhas, conforme descrito por Jorge (1969); Haag et al (1971). Conforme Malavolta et al. (1997) este sintoma está associado com a menor produção de clorofila, ocasionando modificação nos cloroplastos. Apresentaram ainda folhas de tamanho reduzido e, segundo Mendes (1959) a grande importância do elemento não se resume apenas ao crescimento, mas também tem valor relevante na divisão celular.

Fósforo

As variáveis biométricas indicativas de crescimento foram afetadas significativamente pela omissão de fósforo. Notou-se que as plantas suprimidas de fósforo, apresentaram diminuição

no número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, bem como área foliar em relação ao tratamento completo (Tabela 1), resultando em diminuição da produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de couve-flor (Tabela 1). O efeito benéfico do fósforo na produção da couve-flor foi também relatado por Mcgrady (1997).

A ausência da aplicação de fósforo na solução nutritiva, provocou redução significativa do teor do mesmo da parte aérea, em relação ao tratamento completo e com a omissão, respectivamente, de 5,0 até 1,0 e das raízes de 7,7 até 2,0 g kg⁻¹ (Tabela 2). O tratamento com solução completa apresentou teor de P dentro da faixa considerada adequada por Trani; Raij (1997) (4-8 g kg⁻¹) e o tratamento com a omissão do nutriente, apresentou teor de P abaixo dessa faixa adequada. Furlani et al (1978), ao trabalharem com a cultura em questão, observaram teores de 4,2 e 4,4 g kg⁻¹ de P na folha e na inflorescência, respectivamente. Esses valores corroboram o estado de deficiência das plantas de couve-flor cultivadas na solução com omissão do elemento.

Pode-se acrescentar que, conforme esperado, a omissão do fósforo, em relação ao tratamento completo, promoveu diminuição do acúmulo desse nutriente na parte aérea (29,6 até 1,7 mg por planta) e nas raízes (8,0 até 1,7 mg por planta), respectivamente (Tabela 3). Outro efeito importante do fósforo seria sua influência positiva na eficiência da adubação nitrogenada (WERNER, 1986). Pode-se observar (Tabela 3) que o acúmulo de N na parte aérea em plantas que receberam o tratamento completo foi de 219,1 mg por planta, já as plantas que receberam o tratamento com a omissão de P foi de 81,7 mg por planta.

Com a omissão de P nas plantas, em relação ao tratamento completo, pode-se observar o aparecimento de sintomas visuais, como um lento desenvolvimento, folhas mais velhas apresentaram uma coloração verde mais escura, seguindo-se de tons roxos na nervura central. Portanto, as plantas deficientes em fósforo, teve o crescimento retardado devido ao seu papel na nutrição de plantas, ligado à função estrutural, no processo de transferência e armazenamento de energia (MALAVOLTA et al., 1989), afetando vários processos metabólicos como a síntese de proteínas e ácido nucléico (MENGEL; KIRKBY, 1987).

Potássio

As plantas foram afetadas pela omissão de potássio, pois houve diminuição nas variáveis de crescimento altura, diâmetro de caule, área foliar e matéria seca da parte aérea, quando comparado com as plantas cultivadas em solução completa de nutrientes (Tabela 1). E ainda, não houve crescimento da raiz da couve-flor sob deficiência de potássio. Singh; Sharma (1988) também apontaram a importância do potássio para o crescimento da couve-flor.

A falta do potássio na solução nutritiva diminuiu os teores desse elemento na parte aérea, comparado com o tratamento completo, de 37,0 para 4,7 g kg⁻¹ (Tabela 2). Nota-se que considerando o teor foliar de K adequado considerado por Furlani et al. (1978) (28,8 g kg⁻¹) e a faixa adequada indicada por Trani & Raij (1997) (25-50 g kg⁻¹), indica-se que as plantas submetidas à omissão de potássio encontravam-se deficientes.

Na omissão de K, pôde-se observar ainda, uma diminuição significativa no acúmulo de todos os macronutrientes analisados, em relação às plantas que receberam o tratamento completo (Tabela 3).

Além disso, a omissão do K na solução nutritiva da couve-flor causou o surgimento de sintomas visuais, como a clorose nas margens das folhas novas, com as nervuras centrais mais verdes. Passos et al. (1999) citam que o potássio desempenha várias funções na planta, como a ativação enzimática e também é necessário ao desenvolvimento da clorofila.

Cálcio

Salienta-se, que as plantas que não receberam cálcio apresentaram diminuição significativa no número de folhas, na altura da planta e no diâmetro do caule, em relação ao tratamento completo e ainda, diminuição da produção de matéria seca da parte aérea e ausência do sistema radicular (Tabela 1). Tremblay et al. (2005) também observaram que o cálcio é importante para a couve-flor, tanto no aumento da produção como na diminuição de desordens fisiológicas.

Observa-se que as plantas submetidas à omissão de Ca apresentaram menor teor do nutriente na parte aérea ($5,7 \text{ g kg}^{-1}$) comparado ao tratamento completo na parte aérea ($26,0 \text{ g kg}^{-1}$) e na raiz não tem-se os resultados com a omissão do nutriente, devido a ausência de material vegetal para análise (Tabela 2). E de acordo com os teor de Ca adequado sugerido por Trani; Rajj (1997) ($20\text{-}35 \text{ g kg}^{-1}$) e por Furlani et al. (1978) ($19,2 \text{ g kg}^{-1}$), observa-se que a omissão do nutriente resultou na deficiência de Ca nas plantas.

Da mesma forma, ocorreu com o Ca acumulado pelas plantas, tendo maior acúmulo do nutriente no tratamento completo (parte aérea = $155,1 \text{ mg}$ por planta), comparado ao tratamento com omissão do macronutriente (parte aérea = $2,2 \text{ mg}$ por planta) (Tabela 3). E também se observou que a falta do Ca na solução nutritiva provocou diminuição significativa na absorção dos demais macronutrientes pela planta (Tabela 3).

Além disso, as plantas de couve-flor que receberam tratamento com a omissão de Ca, apresentaram folhas com as margens recortadas e tortas e também com pontas necróticas. Sintomas estes semelhantes aos observados pela literatura, ou seja, a deficiência de Ca leva a redução do crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observado primeiro nas extremidades em crescimento nas folhas mais jovens (Mengel; Kirkby, 1987), as folhas podem exibir deformações, especialmente das margens e uma torção de sua extremidade (HAAG et al, 1971).

Magnésio

Houve ainda diminuição significativa do diâmetro de caule, altura, área foliar e da matéria seca das raízes, das folhas e do total da planta de couve-flor cultivada na solução nutritiva com a omissão de Mg (Tabelas 1).

Observa-se que as plantas submetidas à omissão de Mg apresentaram menor teor do

nutriente, na parte aérea ($1,0 \text{ g kg}^{-1}$) comparado ao tratamento completo na parte aérea ($5,3 \text{ g kg}^{-1}$) e nas raízes ($1,1 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 2), sendo que não apresentou massa seca de raízes suficiente para realizar a análise química. Comparando esses valores de teor de Mg no tratamento com a omissão do nutriente com os obtidos por Furlani et al. (1978) ($4,8 \text{ g kg}^{-1}$) de Mg e por Trani; Rajj (1997) ($2,5$ e $5,0 \text{ g kg}^{-1}$), constata-se que as plantas estavam deficientes no dado macronutriente.

Da mesma forma, ocorreu com o Mg acumulado pela parte aérea das plantas, tendo maior acúmulo do nutriente no tratamento completo ($32,9 \text{ mg}$ por planta) comparado ao deficiente (parte aérea = $1,5$) (Tabela 3).

Houve ainda, um incremento no teor de N, P, K e Ca na parte aérea em função da omissão do Mg (Tabela 2). Além disso, a omissão do Mg na solução nutritiva afetou outros nutrientes, diminuindo o acúmulo dos macronutrientes na parte aérea e raízes, exceto o K (Tabela 3). Assim, percebe-se que a omissão do Mg no incremento do teor de N, P e Ca na parte aérea (Tabela 2), provavelmente ocorreu pelo efeito da concentração do nutriente, pois não houve reflexo no acúmulo dos mesmos nas plantas (Tabela 3).

O tratamento com omissão do magnésio resultou ainda, no desenvolvimento de sintomas de desordem nutricional nas plantas de couve-flor, com murchamento das plantas e pontos cloróticos entre as nervuras nas folhas mais velhas, seguidos de necrose nas margens das folhas. Tal fato acontece, segundo Haag (1971) pelo elemento ser facilmente mobilizado no interior da planta, possibilitando as folhas mais jovens retirar-lo das mais velhas.

Enxofre

Notou-se que a omissão desse macronutriente, afetou somente a área foliar e a matéria seca da parte aérea e da planta inteira, quando comparado com ao tratamento completo (Tabela 1). Sanderson (2003) observou efeito benéfico na produção da couve-flor à aplicação de sulfato de cálcio (gesso). Portanto, a couve-flor apresentou maior tolerância a deficiência de enxofre, pois a omissão desse nutriente provocou menor prejuízo nas variáveis biométricas estudadas, comparado a omissão dos outros macronutrientes.

Salienta-se que as plantas submetidas a omissão de S, apresentaram uma redução significativa no teor do nutriente, na parte aérea ($3,0 \text{ g kg}^{-1}$) e nas raízes ($3,4 \text{ g kg}^{-1}$) comparado ao tratamento completo na parte aérea ($15,0 \text{ g kg}^{-1}$) e nas raízes ($8,7 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 2). Assim, pode-se perceber que a planta apresenta uma deficiência de S quando observamos os teores obtidos por Furlani et al (1978) ($6,21 \text{ g kg}^{-1}$).

Da mesma forma, ocorreu com o S acumulado pelas plantas, tendo maior acúmulo do nutriente no tratamento completo (parte aérea = $99,3$ e raízes = $9,2 \text{ mg planta}^{-1}$) comparado ao deficiente (parte aérea = $13,5$ e raízes = $3,2 \text{ mg planta}^{-1}$) (Tabela 3).

Outro fato interessante a ser ressaltado é que, a omissão de S afetou outros nutrientes, com uma diminuição significativa comparado ao tratamento completo. Pode-se notar isso para os teores de Mg (parte aérea = $3,0$ e raízes = $0,8$)(Tabela 2) e, para N, P e Mg acumulados na

planta na parte aérea e nas raízes (Tabela 3). Houve ainda, um aumento nos teores de Ca na parte aérea (Tabela 2), portanto este último fato pode ser explicado, pelo efeito da concentração, quando observou-se o maior acúmulo desses elementos na parte aérea das plantas (Tabela 3).

A menor absorção de enxofre, pode então, explicar a diminuição na produção de matéria seca (15%) do tratamento com omissão do mesmo (Tabela 1). De acordo com Andrew (1962) a deficiência de enxofre reduz a quantidade de nitrogênio convertida à forma orgânica, resultando em restrição ao crescimento da planta, por conta da proporção entre esses nutrientes nas proteínas. O teor de S na planta também diminuiu com a omissão de S, sendo que nesse tratamento a relação N:S foi maior (parte aérea = 12,1 e raízes = 10,9 g kg⁻¹) que no tratamento completo (2,42 na parte aérea e 4,8 na raiz) (Tabela 2).

Em decorrência da omissão de S, observou-se nas plantas de couve-flor, um alongamento do pecíolo seguido de um encurtamento da área foliar, sintomas ainda não descritos na literatura. É válido ressaltar que a deficiência de enxofre é bastante semelhante a deficiência de nitrogênio, embora a couve-flor não tenha apresentado a clorose uniforme nas folhas mais novas.

Por fim, observou-se no tratamento completo a seguinte ordem de extração de nutrientes da parte aérea (N>Ca>S>K>Mg>P), raízes (N>K>S>P>Ca=Mg) e da planta inteira (N>Ca>S>K>Mg>P) (Tabela 3). Enquanto, Oliveira et al. (1971) observaram a seguinte ordem de extração de nutrientes pela couve-flor: K>N>Ca>S>Mg>P. Essas diferenças ocorrem devido aos sistemas de cultivos e genótipos distintos. Os resultados desse trabalho indicam que o N e o Ca foram os nutrientes mais requeridos pela couve-flor híbrido Verona sob cultivo hidropônico.

CONCLUSÃO

A omissão de N, P, K, Ca e Mg foram as que mais limitaram a produção de matéria seca da couve-flor. Os teores de nutrientes observados nas plantas de couve-flor do tratamento completo e da omissão, na parte aérea foram, respectivamente: N = 36,3 e 11,0; P = 5,0 e 1,0; K = 37,0 e 4,7; Ca = 26,0 e 5,7; Mg = 5,3 e 1,0; S = 15,0 e 3,0 g kg⁻¹.

REFERÊNCIAS

ANDREW, C. S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: **Commonwealth Scientific Industrial Research Organization**. A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pasture. A symposium. Farnham Royal, CSIRO, Melbourne, 1962. p. 130-146.

BATAGLIA, O. C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Circular 78).

BATAL, K. M.; GRANBERRY, D. M.; MULLINIX JR, B. G. Nitrogen, magnesium, and boron applications affect cauliflower yield, curd mass, and hollow stem disorder. **Hortscience**, v.32, p.75-78, 1997.

BJELIC, V. The influence of nitrogen quantities on cauliflower development and yields. **Acta Horticulturae**,v.462,p.617-622,1997.

CAMARGOFILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. **Informações Econômicas**, v.38, n.3,p.27-36, 2008.

CAMARGO, M. S. et al. Produtividade e podridão parda em couve-flor de inverno influenciadas pelo nitrogênio e boro. **Bragantia**, v.67, n.2,p.371-375, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2005. 412p.

FURLANI, A. M. C. et al. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, v.37,n.5,p.33-44,1978.

HAAG, H. P. **Manual de adubação**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos-ANDA., 1971.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 347p., 1950.

HOMA, P.; HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R. Nutrição mineral de hortaliças. I. deficiência de macronutrientes em couve-flor. **O solo**,n.2,p.5-13, 1968.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292p

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2 ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MCGRADY, M. Transplant nutrient conditioning improves cauliflower early growth. **Journal of Vegetable Crop Production**,v.2,n.2,p.39-49,1997.

MENDES, H. C. Nutrição do algodoeiro. I. Sintomas de deficiências minerais em plantas vegetando em soluções nutritivas. **Bragantia**, v.18, p. 467-481, 1959.

MENGEL, K; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bem: Intern. Postash Institute, 1987. 687 p.

MEYER, B. et al. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. v.2, p.541-593, 1983.

NILSON, T. The influence of soil type, nitrogen and irrigation on yield, quality ad chemical composition of cauliflower. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Oslo, v.10, p.65-75, 1980.

OLIVEIRA, G. D.; FERNANDES, P. D.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XIII. Extração e absorção de macronutrientes pelas hortaliças. **O Solo**, v.1,p.7-12,1971.

ROGOLINI, M., BISSUEL-BÉLAYGUE, C.; LETERME, P. Effect of temporary N limitation on growth, development, and n utilization by two cauliflower cultivars (*Brassica oleracea* L. botrytis). **Acta Horticulturae**,v.700,p.51-56,2006.

SANDERSON, K. R. Broccoli and cauliflower response to supplemental soil sulphur and calcium. **Acta Horticulturae**, v.627,p.171-179,2003.

SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows: release 6.11 (software)**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996.

SINGH, S.; SHARMA, C. P. Potassium nutrition of cauliflower. **Journal horticulturae Science** v.63,p.629-33,1988.

TRANI, E. Pet al. 1997. Brócolos, couve-flor e repolho. In: VIDIGAL, S. M. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2 ed. Atual. Campinas: fundação IAC, p. 175, (Boletim Técnico 100).

TREMBLAY, N. et al.. Evaluation of calcium cyanamide and liming for control of clubroot disease in cauliflower. **Crop protection**,v.24,n.9,p.798-803,2005.

VOSE, P. B. Differences in plant nutrition. Herbage Abstracts, **Farnham Royal**, v.33, p.1-13, 1963.

Tabela 1. Parâmetros vegetativos das plantas de couve-flor, em função da omissão de macronutrientes na solução nutritiva

Tratamentos	Altura cm	Diâmetro mm	Nº de folhas	Área foliar cm ²	Matéria seca		
					Parte aérea	Raízes	Planta inteira
					g planta ⁻¹		
Completo	40,7	6,67	13	1064,33	6,00	1,05	7,05
- N	12,0*	2,67*	6*	57,67*	1,00*	0,72*	1,72*
- P	24,0*	4,00*	8*	321,00*	2,00*	0,84*	2,84*
- K	18,3*	3,00*	9	186,67*	1,00*	-	1,00*
- Ca	9,33*	2,33*	5*	27,00*	0,41*	-	0,41*
- Mg	28,0*	4,33*	11	461,00*	2,67*	0,74*	3,41*
- S	37,3	6,67	12	792,33*	5,00*	0,97	5,97*
C.V.%	12,0	12,0	15,0	6,0	9,0	5,0	7,0

*Diferença significativa pelo teste Tukey (p<0,05), na coluna, em relação ao tratamento com a solução nutritiva com a omissão do nutriente e com a solução nutritiva completa.

Tabela 2. Teores de nutrientes na parte aérea e raízes das plantas de couve-flor, em função da omissão de macronutrientes na solução nutritiva

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea						
	g kg ⁻¹					
Completo	36,3	5,0	37,0	26,0	5,3	15,0
- N	11,0*	5,0	36,0	14,3*	2,0*	12,7
- P	38,0	1,0*	28,3*	20,7*	3,3*	10,3*
- K	55,0*	6,7*	4,7*	25,3	5,0	12,3
- Ca	28,0*	4,0*	37,0	5,7*	4,3	12,0*
- Mg	44,7*	5,7	59,0*	34,7*	1,0*	13,0
- S	36,3	6,0	37,7	30,0*	4,0*	3,0*
C.V.(%)	5,0	10,0	3,0	5,0	11,0	9,0
Raízes						
	g kg ⁻¹					
Completo	42,0	7,7	35,7	1,3	1,1	8,7
- N	-	-	-	-	-	-
- P	36,0*	2,0*	37,0*	1,0	1,0	9,0
- K	-	-	-	-	-	-
- Ca	-	-	-	-	-	-
- Mg	-	-	-	-	-	-
- S	37,3*	10,0*	35,3	1,3	0,8	3,4*
C.V.(%)	4,0	16,0	11,0	6,0	17,0	9,0

*Diferença significativa pelo teste Tukey (p<0,05), na coluna, em relação ao tratamento com a solução nutritiva com a omissão do nutriente e com a solução nutritiva completa.

Tabela 3. Nutrientes acumulados na parte aérea, raízes e na planta inteira da couve-flor, em função da omissão de macronutrientes na solução nutritiva

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea						
----- mg por planta -----						
Completo	219,1	29,6	38,9	155,1	32,9	89,3
- N	5,9*	2,5*	26,0*	7,6*	1,2*	6,8*
- P	81,7*	1,7*	23,5*	88,6*	7,3*	22,8*
- K	81,7*	6,7*	4,53*	45,2*	4,7*	12,4*
- Ca	11,5*	1,6*	15,1*	2,2*	1,8*	4,8*
- Mg	112,2*	14,2*	43,8*	88,6*	1,5*	32,0*
- S	182,1*	32,6*	36,5	154,0	20,5*	13,5*
C.V.(%)	9,0	8,0	6,0	9,0	13,0	11,0
Raízes						
Completo	44,3	8,0	40,6	1,3	1,2	9,2
- N	-	-	-	-	-	-
- P	30,6*	1,7*	30,1*	0,9*	0,9*	7,6*
- K	-	-	-	-	-	-
- Ca	-	-	-	-	-	-
- Mg	-	-	-	-	-	-
- S	36,3*	10,2*	53,0*	1,3	0,8*	3,2*
C.V.(%)	4,0	7,0	5,0	5,0	12,0	8,0
Planta inteira						
Completo	220,0	29,6	38,9	155,1	32,9	89,3
- N	5,9*	2,5*	26,0*	7,6*	1,2*	6,8*
- P	81,7*	1,7*	23,5*	45,2*	7,3*	22,8*
- K	54,6*	6,7*	4,53	25,4*	4,7*	12,4*
- Ca	11,5*	1,6*	15,1	2,2*	1,8*	4,8*
- Mg	112,2*	29,6	43,8*	88,6*	1,5*	32,0*
- S	182,1*	32,6*	36,5*	154,0	20,5*	13,5*
C.V.%	9,0	8,0	5,0	9,0	13,0	11,0

*Diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$), na coluna, em relação ao tratamento com a solução nutritiva com a omissão do nutriente e com a solução nutritiva completa.