

CIRCULAR TÉCNICA

n. 354 - outubro 2021

ISSN 0103-4413

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Departamento de Informação Tecnológica
Av. José Cândido da Silveira, 1647 - União - 31170-495
Belo Horizonte - MG - www.epamig.br - Tel. (31) 3489-5000



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



MINAS
GERAIS

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

Nutrição e adubação de brócolis cabeça única¹

Sanzio Mollica Vidigal²
Marialva Alvarenga Moreira³

INTRODUÇÃO

Na família Brassicaceae, o brócolis cabeça única (*Brassica oleracea* var. *italica*), o repolho, o brócolos e a couve-comum são as hortaliças mais consumidas e de maior importância.

Os solos brasileiros, na sua maioria, apresentam limitação à produção por sua baixa fertilidade natural. O fornecimento de nutrientes via fertilizantes é importante no cultivo das plantas, devendo ser adicionados nas quantidades, nas formas e no momento mais adequado para obter alta produtividade e máximo retorno econômico.

Para a recomendação da adubação utiliza-se o conhecimento das necessidades nutricionais das diferentes culturas. Neste contexto, as análises química e física do solo, a análise foliar e os sintomas visuais são instrumentos valiosos para esclarecimentos de problemas nutricionais. A importância de cada nutriente é evidenciada pelas funções metabólicas e estruturais desempenhadas nas plantas.

O brócolis cabeça única pode ser cultivado em solos argilosos ou arenosos; produz melhor em solos profundos, bem drenados e com boa quantidade de matéria orgânica (MO) (entre 2,5% e 3%).

NUTRIENTES NA PLANTA

A planta obtém os elementos essenciais carbono (C) do CO₂ atmosférico e hidrogênio (H) e oxigênio (O) da água e do ar. Os demais nutrientes, classificados em macronutrientes (nitrogênio (N),

fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)) e micronutrientes (boro (B), zinco (Zn), manganês (Mn), molibdênio (Mo), cobre (Cu), ferro (Fe), cloro (Cl) e níquel (Ni)), são obtidos da solução do solo. Cada nutriente desempenha funções bioquímicas ou biofísicas específicas na célula, sendo que a ausência de um elemento dificulta o metabolismo e impede a planta de completar o ciclo.

A marcha de absorção dos nutrientes, expressada na forma de curvas de resposta em função da idade das plantas, informa as épocas em que essas absorvem os nutrientes em maiores quantidades, aumentando assim o conhecimento sobre épocas em que a adição de nutrientes às plantas faz-se necessária. Por isso, constitui ferramenta importante para o manejo da fertilização das culturas.

O N é o nutriente mais absorvido pela planta, seguido do K e do Ca. Na sequência, em ordem decrescente, os macronutrientes absorvidos são Mg, S e P (N > K > Ca > Mg > S > P).

Os micronutrientes são absorvidos em menores quantidades, na seguinte ordem decrescente: Fe, Mn, Zn, B e Cu (Fe > Mn > Zn > B > Cu). As inflorescências acumulam, em média, 46% do N, 45% do P, 28% do K, 9% do Ca, 26% do Mg, 38% do S, 49% do Cu, 40% do Fe, 38% do Zn, 37% do B e 14% do Mn; portanto os nutrientes acumulam-se preferencialmente nas folhas e caule da planta. Considerando-se uma população de 38.095 plantas/ha, as quantidades totais estimadas dos macronutrientes N, P, K,

¹Circular Técnica produzida pela EPAMIG Sudeste, (31) 3891-2646, epamigsudeste@epamig.br.

²Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sudeste, Viçosa, MG, sanziovmv@epamig.br.

³Eng. Agrônoma, D.Sc., Pesq. EPAMIG Centro-Oeste, Prudente de Morais, MG, marialva.moreira@epamig.br.

S, Ca e Mg exportadas pelas inflorescências seriam, respectivamente, de 76,66; 3,47; 35,64; 3,53; 5,37 e 3,23 kg/ha e dos micronutrientes Cu, Fe, Zn, B e Mn de 6,74; 300,07; 185,65; 48,25 e 81,64 g/ha, respectivamente (CECÍLIO FILHO; CARMONA; SCHIAVON JÚNIOR, 2017).

Análise foliar

O monitoramento do estado nutricional (diagnose foliar) e a interpretação dos resultados da análise foliar devem ser feitos de forma cuidadosa. A amostragem das folhas de brócolis cabeça única deve ser realizada no início do florescimento, em torno de 45 dias após o transplântio (DAT) das mudas, coletando-se a quarta folha (QF) completamente desenvolvida a partir do ápice de 40 plantas representativas da área de cultivo.

MACRONUTRIENTES

Nitrogênio

Este nutriente tem papel importante no metabolismo das plantas, exerce função estruturadora e osmorreguladora, estando presente nos aminoácidos e proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, alcaloides, vitaminas e pigmentos. É absorvido nas formas de nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+), transportado no xilema na forma de NO_3^- , aminoácidos e amidas, possuindo alta mobilidade no floema.

A deficiência de N nas folhas é caracterizada por clorose, ou seja, perda da coloração verde foliar. E aparece, primeiramente, na parte mais velha da planta pela alta mobilidade do N no floema e pela capacidade de ser redistribuído. Na prática, as folhas mais velhas apresentam coloração roxa e, em sequência, amarelecimento e menor crescimento das plantas (Fig. 1B, 1C e 1D).

Os níveis críticos de 61,13 g/kg para o teor foliar de N total e 71,31 para o índice Soil Plant Analysis and Development (SPAD) na QF de brócolis cabeça

única, respectivamente, foram estimados por Vidigal (2020). No entanto, existem fatores restritivos ao índice SPAD, tais como época do ano, cultivar, data de determinação e ambiente, dentre outros que podem influenciar o valor do nível crítico do índice SPAD. Portanto, o valor do nível crítico deve ser estabelecido para cada cultivar, local e época de cultivo. Desse modo, na avaliação do estado nutricional de N no brócolis cabeça única, sugerem-se as faixas para o teor de N total na massa da folha seca e para o índice SPAD, conforme a Tabela 1.

A produção máxima de brócolis cabeça única é variável com a cultivar ou híbrido, época de cultivo, época de aplicação de N, fonte de N e tipo de solo. Em solo argiloso (Argissolo) na região da Zona da Mata Mineira, a maior produção estimada de massa da matéria fresca da inflorescência de brócolis cabeça única 'Legacy' foi de 822 g, obtida com 308 kg/ha de N, independentemente do ano de cultivo (VIDIGAL *et al.*, 2021), diferindo-se da 'Mônaco' de 325 g com 315 kg/ha de N (CECÍLIO FILHO; SCHIAVON JÚNIOR; CORTEZ, 2012); da 'BRO 068' de 344 g com 250 kg/ha de N (AMBROSINI *et al.*, 2015), da 'Lord Summer' de 600 g com 211 kg/ha de N (OLIVEIRA *et al.*, 2016) e da 'Avenger' de 485 g com 224 kg/ha de N (SILVA *et al.*, 2019), demonstrando a variação do potencial produtivo em função da adubação nitrogenada.

Ressalta-se que os resultados foram obtidos com diferentes cultivares/híbridos e solos de características distintas. Portanto, esses resultados demonstram que para a recomendação de adubação nitrogenada deve-se levar em consideração as características físicas e químicas do solo (VIDIGAL *et al.*, 2019b). As plantas de brócolis cabeça única acumulam 167 kg/ha de N, sendo que nas inflorescências são exportados 77 kg/ha de N (CECÍLIO FILHO; CARMONA; SCHIAVON JÚNIOR, 2017), logo essas plantas necessitam dessa quantidade de N para o seu crescimento e desenvolvimento.

Tabela 1 - Faixa de teores foliares de N total e de índice SPAD na quarta folha (QF) de brócolis cabeça única

Variáveis	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
Teor de N total (g/kg)	≤ 52,56	52,57 a 55,21	55,22 a 57,44	57,45 a 61,13	> 61,13
Índice SPAD (un SPAD)	≤ 68,48	68,49 a 69,61	69,62 a 70,47	70,48 a 71,31	> 71,31

Fonte: Vidigal (2020).

Nota: N total - Nitrogênio total; SPAD - Soil Plant Analysis and Development.

Aos 40 dias após o transplântio (DAT) para avaliação do estado nutricional de N em plantas de brócolis cabeça única.

Fósforo

Este nutriente está diretamente ligado ao balanço energético, exerce função estruturadora e de cofator enzimático, desempenhando funções de armazenamento, transferência de energia e controle enzimático, além de funções estruturais, estando contido em ésteres de carboidratos, fosfolipídios, nucleotídeos e ácidos nucleicos, e nas coenzimas. O P é absorvido e transportado no xilema na forma de $H_2PO_4^-$, possuindo alta mobilidade no floema.

As plantas deficientes de P desenvolvem sintomas, primeiramente, nas folhas mais velhas pela elevada mobilidade na planta. Observa-se um menor crescimento e as folhas velhas tornam-se verde-escuras, e sua nervura apresenta coloração púrpura. As folhas mais novas, também se tornam verde-escuras e as folhas velhas podem-se apresentar roxas ou vermelhas, sintomas típicos de deficiência de P em plantas. A clorose em folhas velhas (Fig. 1E) e a desagregação dos floretes (Fig. 1F) foram relatados por

Figura 1 - Sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas da família Brassicaceae



Fotos: A a C - Sanzio Mollica Viciagai, D a F - Arthur Bernardes Cecílio Filho

Nota: A - Brócolis normal; B, C e D - Deficiência de nitrogênio (N) em brócolis; E e F - Deficiência de fósforo (P) em couve-flor.

Bianco, Cecílio Filho e Carvalho (2015) para couve-flor. Os teores de P nas folhas de brócolis cabeça única considerados adequados são apresentados na Tabela 2.

Em Latossolo Vermelho, de textura arenosa e baixo teor de P ($P_{\text{resina}} = 21 \text{ mg/dm}^3$), Silva (2017) avaliou a resposta de brócolis cabeça única 'BRO 068' até 1.200 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato triplo) e obtiveram a produtividade máxima de 10,68 t/ha com 780 kg/ha de P_2O_5 . Já Cecílio Filho *et al.* (2015), em Latossolo Vermelho, de textura argilosa e alto teor de P ($P_{\text{resina}} = 103 \text{ mg/dm}^3$), verificaram a produtividade de 11,42 t/ha de brócolis cabeça única 'BRO 068' com 320 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato triplo).

O P é um nutriente acumulado em pequenas quantidades na planta, 7,7 kg/ha de P (CECÍLIO FILHO; CARMONA; SCHIAVON JÚNIOR, 2017). Logo, as plantas de brócolis cabeça única necessitam de cerca de 18 kg/ha de P_2O_5 para suprir essa necessidade. No entanto, o P é aplicado em maiores quantidades. Isso ocorre pela forte interação desse nutriente com os colóides do solo, como argila, sesquióxidos de ferro e alumínio (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007; LI *et al.*, 2017). Quanto mais rico o solo nesses colóides, menor a eficiência da adubação fosfatada.

Potássio

Este nutriente tem função em importantes processos nas plantas, exerce função osmorreguladora e de cofator enzimático. Está presente na abertura e fechamento de estômatos, síntese e estabilidade de proteínas, relações osmóticas, fotossíntese, respiração, ativação enzimática e síntese de carboidratos. O K é absorvido e transportado no xilema na forma de K^+ , possuindo alta mobilidade no floema.

Os sintomas característicos de deficiência de K são clorose nas margens das folhas mais velhas, caminhando para o centro do limbo foliar, evoluindo para necrose com persistência da carência. No entanto, a clorose nas margens das folhas novas, com as nervuras centrais mais verdes, possui semelhança com a deficiência de Mg, em razão da clorose inter-nerval, característica principal para o Mg (VIDIGAL *et al.*, 2019a). Os teores de K nas folhas de brócolis cabeça única considerados adequados estão apresentados na Tabela 2.

No brócolis cabeça única 'Legacy' a adubação potássica, com doses entre 0 e 200 kg/ha de K_2O , proporcionou efeito quadrático na produtividade, sendo estimada 12,47 t/ha com 160 kg/ha de K_2O (SILVA *et al.*, 2016). O K é o segundo nutriente mais absorvido pela planta, com o acúmulo 127 kg/ha de K (CECÍLIO FILHO; CARMONA; SCHIAVON JÚNIOR, 2017), logo as plantas de brócolis cabeça única necessitam de cerca de 152 kg/ha de K_2O .

Cálcio

Este nutriente é absorvido e transportado no xilema na forma de Ca^{++} , possuindo baixa mobilidade no floema. O Ca exerce função estrutural, cofator enzimático e balanço de cargas.

Os sintomas de sua deficiência são percebidos, primeiramente, nos tecidos meristemáticos da planta, seja raiz, seja parte aérea, pela sua baixíssima mobilidade na planta. Clorose das bordas de folhas jovens é um sintoma inicial, seguido por manchas cloróticas progressivas e necrose dos tecidos foliares, culminando na queimadura da ponta. Deficiência avançada causa rugas em folhas jovens, folhas

Tabela 2 - Teores foliares adequados de macro e micronutrientes determinados na quarta folha (QF) de brócolis cabeça única

Macronutrientes	Faixa adequada (g/kg)	Micronutrientes	Faixa adequada (mg/kg)
P	4,0 a 8,0	B	25,0 a 80,0
K	25,0 a 50,0	Zn	30,0 a 200,0
Ca	15,0 a 30,0	Cu	5,0 a 20,0
Mg	3,0 a 7,0	Mn	30,0 a 200,0
S	3,0 a 10,0	Fe	70,0 a 300,0

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Coletado no início do florescimento da cultura para avaliação do estado nutricional de plantas de brócolis cabeça única.

com as margens recortadas e tortas, e também com pontas necróticas. Menor crescimento de raízes também é sintoma característico de deficiência de Ca. Os teores de Ca considerados adequados nas folhas de brócolis cabeça única estão apresentados na Tabela 2.

Magnésio

Este nutriente é absorvido e transportado no xilema na forma de Mg^{++} . O Mg é conhecido por sua função estrutural na molécula de clorofila, representando cerca de 15% a 30% do Mg total em plantas. O restante do Mg está envolvido, como cofator, em vários processos enzimáticos associados à fosforilação oxidativa e hidrólise de vários compostos, além de atuar como estabilizador estrutural de vários nucleotídeos.

Por possuir alta mobilidade na planta e grande parte de sua quantidade estar como componente da clorofila, o sintoma de deficiência de Mg manifesta-se como clorose internerval e, inicialmente, em folhas mais velhas. Posteriormente, as folhas podem ter coloração amarelo-intensa e a nervura secundária torna-se verde brilhante. As plantas geralmente ficam murchas. Manchas cloróticas tornam-se brancas, seguidas de necrose nas margens das folhas. Os teores de Mg considerados adequados nas folhas de brócolis cabeça única estão apresentados na Tabela 2.

Enxofre

Este nutriente é absorvido e transportado no xilema na forma de SO_4^- , possuindo intermediária mobilidade no floema. O S exerce função estrutural e está presente na maioria das enzimas e proteínas. Em geral, o uso dos fertilizantes superfosfato simples e sulfato de amônio é suficiente no fornecimento desse nutriente. As plantas de brócolis cabeça única acumulam 9,3 kg/ha de S (CECÍLIO FILHO; CARMONA; SCHIAVON JÚNIOR, 2017).

Os sintomas de deficiência de S aparecem inicialmente nas folhas novas, apresentando clorose, amarelecimento e deformações no limbo foliar. No metabolismo das plantas, o S e o N têm função semelhante, por isso os sintomas são similares à deficiência em N, que aparecem nas folhas mais velhas. Os teores de S considerados adequados nas folhas de brócolis cabeça única estão apresentados na Tabela 2.

MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes são absorvidos na forma de íons metálicos, exceto B, Mo e Cl e desempenham diversas funções:

- a) B: é absorvido e transportado no xilema na forma de H_3BO_3 e $H_2BO_3^-$, possuindo baixa mobilidade no floema e função estrutural;
- b) Zn: é absorvido na forma Zn^{++} e transportado no xilema nas formas Zn^{++} ou complexo, possuindo intermediária mobilidade no floema. O Zn exerce função de cofator enzimático;
- c) Mn: é absorvido e transportado no xilema na forma Mn^{++} , possuindo baixa mobilidade no floema. O Mn exerce função de cofator enzimático;
- d) Mo: é absorvido e transportado no xilema na forma MoO_4^- , possuindo alta mobilidade no floema. O Mo exerce função de cofator enzimático. O teor adequado nas folhas de brócolis cabeça única está entre 0,4 e 0,8 mg/kg;
- e) Cu: é absorvido e transportado no xilema na forma Cu^{++} , possuindo baixa mobilidade no floema. Exerce função de cofator enzimático;
- f) Fe: é absorvido na forma Fe-complexado ou Fe^{++} e transportado no xilema na forma Fe-complexado, possuindo intermediária mobilidade no floema e função de cofator enzimático;
- g) Cl: é absorvido e transportado no xilema na forma Cl^- , possuindo alta mobilidade no floema e função osmorreguladora;
- h) Ni: é absorvido e transportado no xilema na forma Ni^{++} , possuindo intermediária mobilidade no floema e função de cofator enzimático.

Os teores de micronutrientes considerados adequados nas folhas de brócolis cabeça única estão apresentados na Tabela 2. Em algumas situações, a correção de deficiência nutricional pode ser realizada com a aplicação por pulverização foliar de fertilizantes apropriados, que podem ser encontrados no comércio nas mais diversas formulações.

AMOSTRAGEM DO SOLO

Para a análise química do solo, é necessária a retirada de uma ou mais amostras representativas da

área a ser cultivada (representar cada tipo de solo, quanto à topografia, vegetação existente, características como cor, textura, drenagem, etc.). Na área ou gleba, coletam-se 20 amostras simples, na camada de 0 a 20 cm. Essas amostras são uniformemente misturadas para a retirada da amostra composta, que é devidamente identificada e levada ao laboratório para análise. Recomenda-se que esta prática seja feita três a quatro meses antes do plantio. Para interpretação dos resultados da análise química, deve-se consultar um engenheiro agrônomo.

CALAGEM

Além da correção da acidez do solo, outro benefício da calagem é o aumento da eficiência do uso dos macronutrientes. A calagem, quando necessária, deve ser feita em área total, distribuindo e incorporando o calcário no solo na quantidade recomendada, de acordo com a análise de solo, preferencialmente com a utilização de calcários dolomíticos (28% de CaO e 16% de MgO, em média). O brócolis cabeça única tem boa tolerância à acidez e se desenvolve bem em solos com potencial hidrogeniônico (pH) entre 6,0 e 6,8 e a saturação de bases (V) deve ser ajustada para 70%.

A aplicação do calcário para realização da calagem é a fonte de Ca e Mg mais viável. Deve-se ter o cuidado para que a relação Ca:Mg seja mantida no solo de 3 a 5:1, e o teor de Mg do solo deve ser mantido no mínimo de 1,0 cmol_c/dm³. O Mg também pode ser aplicado ao solo por meio das fontes: sulfato de magnésio (9% de Mg) e sulfato de potássio e magnésio (18% de K₂O e 4,5% de Mg).

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

A quantidade de nutrientes recomendada é calculada de acordo com a análise do solo e a exigência da cultura, sendo aplicados nas épocas de maior demanda. Para isso, são realizadas adubações de plantio e cobertura. No plantio, recomendam-se as adubações orgânica e mineral associadas. A adubação de plantio é feita até cinco dias antes do plantio e misturada ao solo nos sulcos ou canteiros.

Além da adubação orgânica, são aplicados na sua totalidade, conforme recomendado pela análise de solo, os macronutrientes P, Ca, Mg e S e os micronutrientes B, Zn e Cu, enquanto N e K são aplicados de forma parcelada em pelo menos quatro aplicações, sendo 20% da dose aplicada no plantio e o

restante em cobertura dividida em três vezes, 20% aos 20 DAT; 30% aos 40 DAT e 30% aos 60 DAT. A maior parte do N (54%) e a maior parte do K (65%) são absorvidas no período de 35 a 60 DAT, o que demonstra a necessidade de maior disponibilidade desses nutrientes nessas épocas (CECÍLIO FILHO; CARMONA; SCHIAVON JÚNIOR, 2017).

Adubação orgânica

As hortaliças pertencem ao grupo de culturas que mais respondem à adubação orgânica, tanto em produtividade, quanto na qualidade dos produtos. Os efeitos benéficos da adição de resíduos orgânicos ao solo se fazem presentes desde o início do crescimento das culturas. Esses resíduos promovem melhoria das condições físicas, retenção de água, aumento da atividade microbiana e, ainda, são reserva de macro e micronutrientes, que são liberados durante a mineralização, podendo aumentar a fertilidade do solo, garantindo melhor ambiente para o desenvolvimento das raízes.

Em geral, até certo limite, quanto maior a quantidade de adubo orgânico aplicado e quanto melhor sua incorporação, melhores serão as características físicas do solo. Na adubação orgânica do brócolis cabeça única, usualmente tem-se a indicação para uso de esterco bovino e de galinha e de composto orgânico, atentando para o fato de esses já estarem “curtidos”.

Sempre que possível, recomenda-se aplicar 5 a 10 t/ha de esterco de galinha ou 20 a 40 t/ha de esterco curtido de bovino ou composto orgânico nos sulcos ou canteiros. Deve ser aplicado com antecedência mínima de cinco dias (esterco ou composto bem curtido) ou a 20 dias do plantio, dependendo de grau de curtimento do esterco ou composto.

Adubação nitrogenada

A recomendação da dose de N a ser aplicada, entretanto, é difícil de ser determinada, comparada aos outros nutrientes. Isso se deve às dificuldades em avaliar a disponibilidade potencial do N no solo, em razão da sua dinâmica ser altamente complexa. O N pode ser aplicado ao solo por meio das fontes: ureia (45% de N), sulfato de amônio (20% de N); nitrato de cálcio (14% de N), nitrato de potássio (44% de K₂O e 13% de N) e, ainda, fosfato diamônico (DAP) (45% de P₂O₅ e 16% de N) e fosfato monoamônico (MAP) (48% de P₂O₅ e 9% de N), entre outras.

Adubação fosfatada

A adubação com P deve ser realizada com base na disponibilidade no solo e no teor de argila, conforme o resultado da análise de solo (Tabela 3). O P deve ser aplicado até cinco dias antes do plantio, preferencialmente por meio de fontes mais solúveis: superfosfato simples (18% de P_2O_5) ou superfosfato triplo (45% de P_2O_5), e, ainda, DAP (45% de P_2O_5 e 16% de N) e MAP (48% de P_2O_5 e 9% de N).

Adubação com potássio

A quantidade de K a aplicar é recomendada de acordo com o teor no solo (Tabela 3). O K deve ser aplicado de modo parcelado junto com o N. O K pode ser aplicado no solo por meio das fontes: cloreto de potássio (58% de K_2O), sulfato de potássio (48% de K_2O), sulfato de potássio e sulfato de magnésio (18% de K_2O e 4,5% de Mg) e nitrato de potássio (44% de K_2O e 13% de N).

Com base nos resultados de pesquisas, na quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, na exigência nutricional de novas cultivares/híbridos, na capacidade de fornecimento de nutrientes pelos

fertilizantes e na disponibilidade no solo, é apresentada na Tabela 4 a recomendação de adubação para que o potencial produtivo do brócolis cabeça única seja mais bem explorado.

Além dos macronutrientes, recomenda-se, no plantio, a aplicação de 3,0 kg/ha de Zn, em solos com teores de Zn abaixo de 0,5 mg/dm³, e naqueles solos com teores de cobre abaixo de 1,0 mg/dm³ deve ser aplicado 4,0 kg/ha de Cu.

As brássicas são exigentes em B; por isso, recomendam-se aplicar 20 kg/ha de bórax. Plantas de brócolis cabeça única deficientes em B apresentam o escurecimento da inflorescência e ocorre a formação de espaços vazios nos vasos condutores (talo-oco); pode ocorrer também a morte da gema apical.

A deficiência de Mo é problema comum e induz à deficiência de N pela redução na atividade da enzima nitrato redutase, responsável pela redução do nitrato para nitrito; as folhas tornam-se compridas, encrespadas, com o limbo foliar reduzido e perfurado e a nervura principal torna-se saliente (aparência de ponta de chicote). O controle dessa deficiência pode ser feito com a aplicação de 10 g de molibdato de amônio ou molibdato de sódio para cada 10 L de água.

Tabela 3 - Disponibilidade de fósforo (P) e de potássio (K) no solo

Argila (%)	P disponível no solo (mg/dm ³)				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito Bom
60 - 100	< 10,0	10,1 - 21,0	21,1 - 32,0	32,1 - 48,0	> 48,0
35 - 60	< 16,0	16,1 - 32,0	32,1 - 48,0	48,1 - 72,0	> 72,0
15 - 35	< 26,0	26,1 - 48,0	48,1 - 80,0	80,1 - 120,0	> 120,0
0 - 15	< 40,0	48,0 - 80,0	80,1 - 120,0	120,1 - 180,0	> 180,0
K disponível no solo (mg/dm ³)					
Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito Bom	
< 20,0	21 - 50	51 - 90	91 - 140	> 140	

Fonte: Adaptado de Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

Tabela 4 - Quantidade de fertilizantes a ser aplicado no cultivo de brócolis cabeça única em função da disponibilidade de fósforo (P) e potássio (K) no solo

Teor de P ou de K no solo	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	N (kg/ha)
Muito baixo	450	300	250
Baixo	350	240	250
Médio	300	120	250
Bom	150	120	250
Alto	100	100	250

Fonte: Elaboração dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das épocas em que as plantas absorvem os nutrientes em maiores quantidades por meio da marcha de absorção de nutrientes, do estado nutricional das plantas e dos sintomas de deficiência, bem como a maneira correta de amostragem do solo e da planta, permitem o manejo mais adequado da adubação no cultivo do brócolis cabeça única. As quantidades de fertilizantes recomendadas são determinadas de acordo com os resultados de pesquisas realizadas em diversas condições e dependem diretamente dos resultados da análise de solo, da análise foliar e da cultivar/híbrido utilizada, além da produtividade esperada, do adensamento populacional e do sistema de irrigação utilizado.

REFERÊNCIAS

- AMBROSINI, V.G. *et al.* Single-head broccoli response to nitrogen application. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.1, p.84-92, 2015.
- BIANCO, M.S.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CARVALHO, L.B. Nutritional status of the cauliflower cultivar 'Verona' grown with omission of out added macronutrients. **Plos One**, v.10, n.4, p.1-17, Apr. 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0123500>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- CECÍLIO FILHO, A.B.; CARMONA, V.M.V.; SCHIAVON JUNIOR, A.A. Broccoli growth and nutrient accumulation. **Científica**, Jaboticabal, v.45, n.1, p.95-104, 2017.
- CECÍLIO FILHO, A.B.; SCHIAVON JÚNIOR, A.A.; CORTEZ, J.W.M. Produtividade e classificação de brócolos para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.1, p.12-17, jan./mar. 2012.
- CECÍLIO FILHO, A.B. *et al.* Cauliflower and broccoli productivity as influenced by phosphorus fertilizer doses in a P-rich soil. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, n.8, p.709-712, Jan. 2015.
- LI, X. *et al.* Identification of soil P fractions that are associated with P loss from surface runoff under various cropping systems and fertilizer rates on sloped farmland. **Plos One**, v.12, n.6, p.e0179275, June 2017.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F. *et al.* (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-550.
- OLIVEIRA, F.C. de *et al.* Produtividade do brócolis de cabeça sob diferentes doses de adubação nitrogenada. **Agrarian**, Dourados, v.9, n.34, p.326-333, 2016.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- SILVA, A.L.P. da *et al.* Potassium fertilization of cauliflower and broccoli in a potassium-rich soil. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v.43, n.1, p.151-157, Abr. 2016.
- SILVA, P.A. da *et al.* Fertirrigação com nitrogênio na cultura do brócolis. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.27, n.5, p.472-480, 2019.
- SILVA, P.N. de L. **Adubação fosfatada em hortaliças: fontes, doses e efeito residual em cultivos sucessivos**. 2017. 121f. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.
- VIDIGAL, S.M. **Diagnóstico de nitrogênio por medidor de clorofila portátil SPAD-502 para uso na cultura do brócolis cabeça única**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2020. 5p. (EPAMIG. Circular Técnica, 326).
- VIDIGAL, S.M. *et al.* Diagnóstico visual na avaliação do estado nutricional das hortaliças. **Informe Agropecuário**. Produção de hortaliças em pequena e grande escalas, Belo Horizonte, v.40, n.308, p.41-54, 2019a.
- VIDIGAL, S.M. *et al.* Nitrogen content, SPAD index and production of single head broccoli. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.1, p.52-57, jan./mar. 2021.
- VIDIGAL, S.M. *et al.* Pesquisa da EPAMIG para a produção de hortaliças. **Informe Agropecuário**. Produção de hortaliças em pequena e grande escalas, Belo Horizonte, v.40, n.308, p.84-95, 2019b.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W.. Brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.). In: PAULA JÚNIOR, T.J. de; VENZON, M. (ed.). **101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas**. 2.ed. rev. e atual. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. p.210-213.