

**MAURÍCIO DOMINGUEZ NASSER**

**GESSO E COMPOSTO ORGÂNICO NO PREPARO DE SOLO, ENXOFRE EM  
COBERTURA, NA NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-  
QUÍMICAS DA COUVE-DE-FOLHA**

**Botucatu**

**2018**



**MAURÍCIO DOMINGUEZ NASSER**

**GESSO E COMPOSTO ORGÂNICO NO PREPARO DE SOLO, ENXOFRE EM  
COBERTURA, NA NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-  
QUÍMICAS DA COUVE-DE-FOLHA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Antonio Ismael Inácio  
Cardoso

**Botucatu**

**2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

N267g Nasser, Mauricio Dominguez, 1976-  
Gesso e composto orgânico no preparo de solo, enxofre em cobertura, na nutrição, produção e características físico-químicas da couve-de-folha / Mauricio Dominguez Nasser. - Botucatu: [s.n.], 2018  
56 p.: grafs., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018  
Orientador: Antonio Ismael Inacio Cardoso  
Inclui bibliografia

1. Couve-de-folha. 2. Gessagem. 3. Adubação orgânica. 4. Produção vegetal. 5. Nutrição de plantas. I. Cardoso, Antonio Ismael Inacio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: GESSO E COMPOSTO ORGÂNICO NO PREPARO DO SOLO, ENXOFRE EM COBERTURA, NA NUTRIÇÃO, PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA COUVE-DE-FOLHA


AUTOR: MAURÍCIO DOMINGUEZ NASSER

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO  
Departamento de Horticultura / UNESP / Botucatu/SP

  
Prof. Dr. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES  
Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

  
Prof. Dr. FELIPE OLIVEIRA MAGRO  
Depto de Agronegócios / Unidade de Gestão do Agronegócio, Abastecimento e Turismo

  
Prof. Dr. PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS  
Curso de Engenharia Agrônômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

  
Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES  
Depto de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônômica - UNESP

Botucatu, 19 de fevereiro de 2018.



Às pessoas que trabalham com a agricultura, e  
que de alguma forma este trabalho possa ajudar a  
melhorar suas vidas,  
dedico





## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha esposa Flávia e a minha filha Laura pelas palavras e gestos de carinho e força.

Aos meus pais José e Luisa, e irmãos Luciana e Paulo pelo apoio constante na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, pela orientação, profissionalismo, e ensinamentos fundamentais para esta pesquisa e para toda vida.

À Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) por conceder esta oportunidade para executar meu doutorado.

Aos colegas de pós-graduação Ana Emília, Ariel, Bruno, Douglas, Estefânia, Fabrício, Felipe, Giovanna, Giovanni, Gean, Juliana, Karina, Kim, Lidiane, Natália, Priscilla Caetano, Priscilla Nátaly, Sayuri e aos colegas de graduação Eduardo, Laura e Priscila Lino, e tantos outros que me ajudaram de forma significativa nas avaliações deste trabalho.

À técnica Márcia Garcia, Edson e Edvaldo pelo constante auxílio e execução de várias análises de laboratório.

Aos funcionários de campo da Fazenda Experimental São Manuel, sob a supervisão do Nilton.

E de outros colegas e professores que ao longo do doutorado proporcionaram um enorme aprendizado.



“A sustentabilidade é mais que entender o conhecimento, é praticá-lo”.

Engenheiro Agrônomo Agamenon de Almeida Farias



## RESUMO

A couve-de-folha se destaca por ser uma hortaliça muito cultivada e consumida no estado de São Paulo, no Brasil e em todo mundo. Considerando que as brássicas são exigentes em enxofre, e devido à falta de dados e pesquisas realizadas com este nutriente na cultura da couve-de-folha, objetivou-se com este trabalho avaliar a necessidade do enxofre associado ao nitrogênio em cobertura na nutrição, produção e características físico-químicas da couve-de-folha cultivada com gesso e composto orgânico no plantio. O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel-SP. Foi realizado um experimento onde foram estudados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre em cobertura as subparcelas. Foram adotados três tipos de preparo de solo: composto orgânico ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ); gesso agrícola ( $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ ) e composto orgânico ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ) mais gesso agrícola ( $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ ), incorporados em pré-plantio. No capítulo 1 foram realizadas sete aplicações de enxofre em cobertura, resultando nas doses totais de 0; 93,31; 186,69 e  $280 \text{ kg ha}^{-1}$  de S, correspondendo a 0; 465,5; 931 e  $1400 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio. Foram avaliadas as seguintes características: diâmetro do caule, comprimento total e largura das folhas comerciais, número e massa fresca de folhas comerciais por planta, massa seca e produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ). Para avaliação das características físico-químicas das folhas realizadas no capítulo 2 foram utilizadas folhas da 6ª colheita, quando haviam sido realizadas seis aplicações de enxofre em cobertura, resultando nas doses totais de 0; 80; 160 e  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de S, o que corresponde a 0; 400; 800 e  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante sulfato de amônio. Foram determinadas as seguintes características: açúcares redutores, açúcares totais, sacarose, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, proteína, pigmentos (clorofila a, b, antocianinas e carotenoides totais) e o índice relativo de clorofila (índice SPAD). No capítulo 3 foi verificado os teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas comerciais coletadas na 2ª, 3ª e 4ª colheita, com quatro aplicações de enxofre em cobertura nas doses totais de 0; 53,32; 106,68 e  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de S, correspondendo a 0; 266,6; 533,4 e  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante sulfato de amônio. Pode-se concluir que a aplicação destas doses de enxofre em cobertura, bem como o preparo do solo com gesso e composto orgânico e a combinação das duas técnicas, não afetam a produção e os teores de açúcares redutores, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, proteína, clorofila a, b; carotenoides, antocianinas presentes em folhas comerciais de couve-de-folha. A utilização do gesso e composto orgânico no preparo de solo resulta em valor inferior do índice SPAD em folhas comerciais de couve-de-folha. Para esta característica, os resultados são superiores quando se utiliza apenas o composto orgânico no solo. O uso destas doses de enxofre em cobertura não interfere no índice SPAD das folhas comerciais de couve-de-folha. A ordem decrescente dos teores de macronutrientes nas folhas foi  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$ . Conclui-se que quando se utiliza composto orgânico ou gesso antes do plantio, não há a necessidade de se utilizar enxofre em cobertura.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Adubação orgânica. Gessagem. Produção vegetal. Qualidade. Nutrição de plantas.



## ABSTRACT

The kale stands out for being a vegetable very cultivated and consumed in the state of São Paulo, in Brazil and worldwide. Considering that the brassicas are demanding in sulfur, and due to the lack of data and research carried out with this nutrient in the kale culture, the objective of this work was to evaluate the need of sulfur associated with nitrogen in coverage in nutrition, production and physicochemical characteristics of kale cultivated with gypsum and organic compost at planting. The work was carried out at São Manuel Experimental Farm, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) of Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, located in the municipality of São Manuel-SP. An experiment was carried out in which twelve treatments were studied, in a subdivided plots scheme, three types of soil preparation in the plots, and four sulfur doses covering the subplots. Three types of soil preparation were adopted: organic compost (30 t ha<sup>-1</sup>); agricultural gypsum (1.2 t ha<sup>-1</sup>) and organic compost (30 t ha<sup>-1</sup>) plus agricultural gypsum (1.2 t ha<sup>-1</sup>), incorporated in pre-planting. In Chapter 1, seven applications of sulfur in coverage were performed, resulting in total doses of 0; 93.31; 186.69 and 280 kg ha<sup>-1</sup> of S, corresponding to 0; 465.5; 931 and 1400 kg ha<sup>-1</sup> of ammonium sulfate. The following characteristics were evaluated: stem diameter, total length and width of commercial leaves, number and fresh mass of commercial leaves per plant, dry mass and yield (t ha<sup>-1</sup>). In order to evaluate the physical and chemical characteristics of the leaves in chapter 2, leaves of the 6th harvest were used, when six sulfur applications had been carried out in the cover, resulting in the total doses of 0; 80; 160 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of S, which corresponds to 0; 400; 800 and 1200 kg ha<sup>-1</sup> of ammonium sulfate fertilizer. The following characteristics were determined: reducing sugars, total sugars, sucrose, soluble solids, pH, titratable acidity, protein, pigments (chlorophyll a, b, anthocyanins and total carotenoids) and relative chlorophyll index (SPAD index). The N, P, K, Ca, Mg and S contents of the commercial leaves collected in the 2nd, 3rd and 4th harvest were verified in chapter 3, with four applications of sulfur in coverage at the total doses of 0; 53.32; 106.68 and 160 kg ha<sup>-1</sup> of S, corresponding to 0; 266.6; 533.4 and 800 kg ha<sup>-1</sup> of the ammonium sulfate fertilizer. It can be concluded that the application of these sulfur doses as well as the preparation of the soil with gypsum and organic compost and the combination of the two techniques does not affect the production and the contents of reducing sugars, soluble solids, pH, titratable acidity, protein, chlorophyll a, b; carotenoids, anthocyanins present in commercial leaves of kale. The use of gypsum and organic compost in the soil preparation results in a lower SPAD value in commercial leaves of kale. For this characteristic, the results are superior when only the organic compound is used in the soil. The use of these sulfur doses in coverage does not interfere with the SPAD index of commercial leaves of kale. The decreasing order of the macronutrient contents in the leaves was K > N > Ca > Mg > S > P. It is concluded that when organic compost or gypsum is used before planting, there is no need to use sulfur in coverage.

**Keywords:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Organic fertilization. Plastering. Vegetables production. Quality. Plant nutrition.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 1 - ENXOFRE, GESSAGEM E COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE COUVE-DE- FOLHA.....</b>	<b>19</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	20
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
1.4 CONCLUSÕES.....	27
1.5 REFERÊNCIAS.....	28
<b>CAPÍTULO 2- CARACTERIZAÇÃO DA COUVE-DE-FOLHA EM FUNÇÃO DE ENXOFRE, GESSAGEM E COMPOSTO ORGÂNICO .....</b>	<b>30</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	31
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
2.4 CONCLUSÕES.....	40
2.5 REFERÊNCIAS.....	40
<b>CAPÍTULO 3- ENXOFRE, GESSAGEM E COMPOSTO ORGÂNICO NA EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM COUVE-DE- FOHA.....</b>	<b>44</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	45
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.4 CONCLUSÕES.....	52
3.5 REFERÊNCIAS.....	52
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

A couve-de-folha (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) caracteriza-se como planta olerícola arbustiva anual ou bienal. Na alimentação humana é utilizada há mais de 2.000 anos. As folhas possuem limbo bem desenvolvido, arredondado, com pecíolo longo e nervuras bem destacadas, sendo que o arranjo das folhas é na forma de roseta ao redor do caule. Como consta no nome científico, a planta não produz a “cabeça”, como ocorre em algumas variedades botânicas da espécie (BALKAYA; YANMAZ, 2005; FILGUEIRA, 2008).

Muito cultivada pela agricultura familiar, esta brássica se destaca por ser uma hortaliça muito consumida no estado de São Paulo, no Brasil e em todo mundo. Estatísticas mundiais estimam que a China seja o maior produtor mundial de couves e outras brássicas, seguida por Índia, Rússia, Coreia do Sul, Ucrânia e Japão (FAOSTAT, 2014). O Brasil não aparece nas estatísticas de produção mundial, provavelmente por falta de coleta de dados a campo. O Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) não fornece estas informações atuais e tão pouco de anos anteriores (SIDRA, 2015).

No estado de São Paulo, calcula-se uma área de produção de 1788,09 ha, distribuídos praticamente em todo território, com destaque para as regiões de Sorocaba, Mogi das Cruzes, São Paulo e Campinas. Juntas representam em torno de 80% da área de produção paulista de couve-de-folha (IEA, 2016).

As brássicas se caracterizam como plantas exigentes em enxofre (S), nutriente presente em dois aminoácidos sulfurados essenciais à vida, metionina e cistina, compostos de alta relevância na nutrição humana e animal (VITTI; HEINRICH, 2007). Nos últimos anos ocorreu procura por parte do consumidor em comer alimentos mais saudáveis e ter hábitos de vida com mais qualidade, associado à ingestão de alimentos com alto teor de antioxidantes (MELLO; PETRUS; HUBINGER, 2010). As folhas de couve, assim como de outras brássicas, apresentam alto teor de glicosinolatos e flavonoides, considerados antioxidantes que atuam contra os radicais livres (SOUZA; SOUZA; MAIA, 2003; MORENO et al., 2006; DIXON, 2006).

As fontes mais tradicionais de S encontradas no mercado de fertilizantes são: sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), com 23 % a 24 % de S solúvel em água, pouco higroscópico e na forma cristalizada; superfosfato simples ((Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + CaSO<sub>4</sub> .

2H<sub>2</sub>O), com 12 % de S; e gesso agrícola (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), com 15 a 18 % de S (VITTI; HEINRICHS, 2007). Este último caracteriza-se como subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, e pode ser utilizado na correção da toxidez por Al, e para aumentar os teores de cálcio nas camadas mais profundas do solo (RAMOS et al., 2013).

Mais da metade do enxofre encontrado no solo é fornecido pela matéria orgânica presente no solo (PRIMAVESI, 2002). Sintomas de deficiência de S tais como crescimento reduzido na planta, e redução na produtividade, geralmente está associado com baixo teor de matéria orgânica no solo ou com condições que não favorecem a mineralização.

Todo material usado na agricultura que na sua composição contém teor significativo de matéria orgânica de origem vegetal ou animal é denominado adubo orgânico (ALMEIDA, 2004). Uma das derivações do fertilizante orgânico é na forma de composto orgânico, quando o material resulta de processo bioquímico natural ou controlado (KIEHL, 2010). Classifica-se como adubo orgânico, pois é oriundo de esterco de animais e/ou restos de vegetais que, em estado natural gera um resíduo. Porém, seu nome remete a forma como é preparado: montagem de pilhas com diferentes camadas de materiais orgânicos. É evidente que o conteúdo de nutrientes do composto orgânico está em função da natureza do material usado.

Na produção de brássicas e de outras hortaliças é muito comum por parte do agricultor utilizar um fertilizante orgânico incorporado ao solo, e após o plantio fazer adubação mineral de cobertura, principalmente com nitrogênio. Neste panorama da nutrição vegetal, existe uma carência de estudos com enxofre no cultivo da couve-de-folha, e muitos resultados obtidos com a cultura da couve-flor e outras brássicas são usados para esta olerícola.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a necessidade do enxofre associado ao nitrogênio em cobertura na nutrição, produção e características físico-químicas da couve-de-folha cultivada com gesso e composto orgânico no plantio.

## CAPÍTULO 1

### ENXOFRE, GESSAGEM E COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE COUVE-DE-FOLHA

#### RESUMO

Considerando que as brássicas são exigentes em enxofre, às vezes recomenda-se a utilização de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio em cobertura por ser também fonte de S, apesar de ser um fertilizante mais caro que a ureia. Objetivou-se neste trabalho avaliar a produção de couve-de-folha utilizando sulfato de amônio em cobertura após a utilização de gesso e composto orgânico no plantio. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel-SP. Foram estudados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre em cobertura as subparcelas. Os três tipos de preparo de solo foram obtidos com a incorporação em pré-plantio de composto orgânico ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ); gesso agrícola ( $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ ); composto orgânico ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ) mais gesso agrícola ( $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ ). As doses de enxofre total em cobertura foram de 0; 93,31; 186,69 e  $280 \text{ kg ha}^{-1}$  de S, correspondendo a 0; 465,5; 931 e  $1400 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio. A dose de N foi fixa ( $280 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), complementando-se com ureia nas doses de 630; 415,1; 208,6 e  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia. Foram avaliadas as seguintes características: comprimento total e largura das folhas comerciais, número e massa fresca de folhas comerciais por planta, produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ) e diâmetro do caule. O enxofre aplicado em cobertura não influencia a produção da couve-de-folha quando se utiliza composto orgânico e/ou gesso no preparo de solo para o plantio, podendo-se optar por ureia ou sulfato de amônio em cobertura.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Sulfato de amônio. Adubação orgânica. Gesso. Produtividade vegetal.

#### ABSTRACT

Considering that brassicas are demanding in sulfur, it is sometimes recommended to use ammonium sulfate as a source of nitrogen in coverage because it is also a source of S, although it is a more expensive fertilizer than urea. The objective of this work was to evaluate the production of kale using ammonium sulfate in coverage after the use of gypsum and organic compost in the planting. The experiment was conducted at São Manuel Experimental Farm, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) of the Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, located in the municipality of São Manuel-SP. Twelve treatments were studied in a subdivided plots scheme, three types of soil preparation being plots, and four sulfur doses covering the subplots. The three types of soil preparation were obtained with the incorporation in pre-planting of organic compost ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ); agricultural gypsum ( $1.2 \text{ t ha}^{-1}$ ); organic compost ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ) plus agricultural gypsum ( $1.2 \text{ t ha}^{-1}$ ). The total sulfur doses in coverage were 0; 93.31; 186.69 and  $280 \text{ kg ha}^{-1}$  of S, corresponding to 0; 465.5; 931 and  $1400 \text{ kg ha}^{-1}$  of ammonium sulfate. The dose of N was fixed ( $280 \text{ kg ha}^{-1}$  of N), complemented with urea at the doses of 630; 415.1; 208.6 and  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  of urea. The following characteristics were evaluated: total

length and width of commercial leaves, number and fresh mass of commercial leaves per plant, productivity ( $t\ ha^{-1}$ ) and stem diameter. The sulfur applied in coverage does not influence the production of kale when using organic compost and / or gypsum in the preparation of soil for planting, and urea or ammonium sulphate can be used as cover.

**Keywords:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Ammonium sulfate. Organic fertilization. Gypsum. Vegetative productivity.

## 1.1 INTRODUÇÃO

A couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*), pertencente à família das Brassicáceas, destaca-se por ser uma hortaliça muito cultivada e consumida no Brasil e no mundo. Seu plantio está distribuído por todo território paulista, com destaque para as regiões de Sorocaba, Mogi das Cruzes, São Paulo e Campinas (TRANI et al., 2014; IEA, 2016).

Esta olerícola originária da Europa pode produzir por vários meses. Apresenta desenvolvimento arbustivo, com caule vertical, rígido que emite com frequência novas folhas, e conforme atinge determinado tamanho será comercializado (NOVO et al., 2010; TRANI et al., 2015).

As brássicas são exigentes em enxofre (CQFS-RS/SC, 2004; FILGUEIRA, 2008). Na deficiência deste macronutriente, não ocorre a síntese de algumas proteínas, porque não serão produzidos aminoácidos essenciais como cistina ( $C_6H_{12}N_2O_4S_2$ ) e metionina ( $C_5H_{11}NO_2S$ ), resultando em plantas com menor teor de clorofila e raízes menos desenvolvidas. No entanto, podem ser encontrados no mercado de insumos diversos fertilizantes que contém certa quantidade de S, como superfosfato simples, sulfato de amônio e sulfato de potássio (RAIJ, 2011).

A gessagem pode contribuir com o fornecimento de cálcio e enxofre na forma de sulfato de cálcio. O gesso pode diminuir a toxidez do alumínio, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular, o que permite maior absorção de água, resultando em maior resistência à seca (RAIJ, 2008).

O enxofre e outros nutrientes também podem ser adicionados via adubação orgânica, como o composto orgânico. O uso deste composto visa melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2011).

Shingo e Ventura (2009), trabalhando com diferentes adubos orgânicos na adubação de couve-de-folha, verificaram que a utilização do composto Bokashi e o

EM-4 não diferiram do fertilizante mineral. Corrêa et al. (2016) notaram efeito significativo na produção e qualidade do brócolis com enxofre aplicado em cobertura e adubação orgânica no plantio. O enxofre se destaca como o segundo nutriente mais acumulado nas sementes de brássicas, como a couve-flor (CARDOSO et al., 2016) e o brócolis (MAGRO et al., 2009).

Considerando a exigência das brássicas em enxofre, às vezes recomenda-se a utilização de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio em cobertura por ser também fonte de S, apesar de ser um fertilizante mais caro que a ureia. No entanto, a aplicação de alguma outra fonte de S antes do plantio pode ser suficiente para suprir as necessidades das plantas. Objetivou-se neste trabalho avaliar a produção de couve-de-folha utilizando sulfato de amônio em cobertura após a utilização de gesso e composto orgânico no plantio.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel-SP. As coordenadas geográficas são 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste de Greenwich e altitude de 750 m.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante do município de São Manuel é Cfa, ou seja, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009). A temperatura média anual é de 20,9 °C, e precipitação média anual de 1.395 mm (PRADO, 2013). O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico típico, e os resultados da análise química, na profundidade de 0-20 cm, foram: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 6,3; M.O. = 13 g dm<sup>-3</sup>; P<sub>resina</sub> = 82 mg dm<sup>-3</sup>; H + Al = 12 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 1,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 28 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 3 mg dm<sup>-3</sup>; SB = 37 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 49 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e V% = 76.

Foram estudados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre em cobertura as subparcelas. Os três tipos de preparo de solo foram obtidos com a incorporação em pré-plantio (2 dias antes do transplante das mudas) de composto orgânico (30 t ha<sup>-1</sup>) marca Visafértil; gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>); composto orgânico

(30 t ha<sup>-1</sup>) mais gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>). Partindo das recomendações de Trani e Raij (1996) para adubação mineral de cobertura em couve-manteiga, 40 kg de N ha<sup>-1</sup> por aplicação, as doses de enxofre total em cobertura foram de 0; 93,31; 186,69 e 280 kg ha<sup>-1</sup> de S, correspondendo a 0; 465,5; 931 e 1400 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio. Para uniformizar a dose de N total em cobertura (280 kg ha<sup>-1</sup> de N) foram utilizados 630; 415,1; 208,6 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. O total das doses de enxofre foi dividido em sete aplicações, a cada 14 dias. Os adubos foram aplicados em superfície ao redor de cada planta. Ao preparar o solo com os tratamentos pré-plantio, todas as parcelas receberam 2 t ha<sup>-1</sup> do formulado 04-14-08. Após a aplicação do gesso e/ou composto orgânico e do fertilizante, houve incorporação no solo com o rotoencanteirador.

O composto orgânico utilizado Visafertil<sup>®</sup> foi analisado no Laboratório de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, e continha em % ao natural: 0,7 de N; 1,0 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,7 de K<sub>2</sub>O; 6,8 de Ca; 0,4 de Mg; 0,4 de S; 22,0 de U-65 °C; 24,0 de MO-Total e 13 C-Total; em mg Kg<sup>-1</sup> ao natural: 2558 de Na; 67 de Cu; 17316 de Fe; 577 de Mn; 97 de Zn. A relação C/N é de 19,1 e o pH=6,0.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, com 18 plantas por parcela distribuída em três linhas de plantio, sendo avaliadas as quatro plantas centrais, consideradas como parcela útil.

A sementeira da couve, híbrido Hi-Crop<sup>®</sup>, foi realizada em 29/07/2016 em bandejas de polipropileno preto rígido com 162 células, contendo substrato Carolina Soil<sup>®</sup>, sendo uma planta por célula. Com 27 dias as mudas foram transplantadas em canteiros no espaçamento de 0,50 m entre linhas e 1,60 m entre plantas.

Aos 15 dias após o transplante (DAT) foi realizada a primeira adubação em cobertura de acordo com os tratamentos. A partir da terceira adubação em cobertura foi adicionado o fertilizante cloreto de potássio (20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em cada aplicação). A implantação e os tratamentos culturais até a colheita seguiram as recomendações técnicas, conforme Filgueira (2008) e Trani et al. (2015). Foi utilizada a irrigação por aspersão, aplicando-se uma lâmina média de 3 mm dia<sup>-1</sup>.

Aos 30 DAT foi realizada a primeira colheita de folhas com no mínimo 20 cm de comprimento, sendo repetida a cada dez dias, totalizando oito colheitas.

Após cada colheita foram avaliadas as seguintes características: comprimento total (folha mais pecíolo), e largura das folhas comerciais, número e massa fresca de



folhas comerciais por planta. Foram consideradas comerciais as folhas sem defeitos aparentes com comprimento maior ou igual a 20 cm. Com os dados de massa fresca das folhas comerciais foi estimada a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ), considerando-se a população de 12500 plantas por ha.

Obteve-se a massa seca por subamostra da massa fresca de três folhas comerciais por parcela experimental coletadas na segunda, terceira e quarta colheitas, e que receberam secagem em estufa a 65 °C, com circulação forçada de ar, até alcançar massa constante. Aos 93 dias após o transplante foi avaliado o diâmetro do caule a aproximadamente 15 cm de altura do colo da planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao ser constatado a significância pelo teste F, as médias dos tratamentos preparo de solo foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5 %. Para as doses de enxofre foi realizada regressão. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010).

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores preparo do solo e doses de S em cobertura não foram significativos para todas as características avaliadas, assim como a interação entre estes fatores também não foi significativa pelo teste F a 5 % de probabilidade (Tabela 1). As doses de S também não foram significativas pela análise de regressão polinomial, mostrando que este fator não influenciou as características avaliadas.

O diâmetro de caule não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1), com as plantas apresentando desenvolvimento semelhante independente do preparo de solo e da dose de enxofre aplicada, sendo que aos 93 DAT a média geral do diâmetro de caule foi de 3,19 cm.

Tanto o preparo do solo como as doses de S não afetaram as características morfológicas das folhas, com médias de 33,27 cm e 22,55 cm para o comprimento e a largura das mesmas, respectivamente (Tabela 1). Pelos valores médios do comprimento, pode-se dizer que todos os tratamentos estavam com folhas viáveis para comercialização, que são aquelas com comprimento acima de 15 cm e sem sinais de senescência, conforme Azevedo et al. (2016). Shingo e Ventura (2009), estudando diversos tipos de adubação mineral e orgânica em couve-de-folha cv. Geórgia obtiveram valores de 11,78 cm a 20,22 cm para comprimento e 8,38 cm a

16,10 cm para largura da folha aos 57 dias após o transplante, não atingindo valores maiores talvez devido à condução do experimento em vaso, o que provavelmente limitou o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, das folhas. Importante ressaltar que em hortaliças folhosas o nitrogênio tem relação direta com a produtividade e as dimensões das folhas (FILGUEIRA, 2008). No presente trabalho a dose de N foi uniforme utilizando diferentes proporções de sulfato de amônio e de ureia, mostrando que a fonte não interferiu no tamanho das folhas. Cantarella e Montezano (2010) afirmaram que a gessagem, fonte de S, também pode favorecer o aproveitamento de nitrogênio pelas plantas, devido à interação entre esses dois elementos, pois a ausência de aminoácidos que contém enxofre pode favorecer o acúmulo de nitrogênio em aminoácidos solúveis, aminas e amidas que não tem atividade metabólica nas plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2005). Visto que todas as plantas receberam alguma fonte de S no plantio e/ou em cobertura, não deve ter ocorrido deficiência deste nutriente.

Tabela 1- Diâmetro de caule (DC), comprimento (CFC) e largura (LFC) das folhas comerciais, número (NFCP) e massa fresca (MFC) de folhas comerciais por planta, massa seca de folhas comerciais por ha (MSC), e produtividade em massa fresca de folhas comerciais (PROD) de couve-de-folha cultivada em diferentes preparos de solo e doses de enxofre em cobertura. São Manuel-SP, 2016.

Preparo de solo	DC (cm)	CFC (cm)	LFC (cm)	NFCP (unid.)	MFC (g planta <sup>-1</sup> )	MSC (t ha <sup>-1</sup> )	PROD (t ha <sup>-1</sup> )
Composto orgânico (CO)	3,18	33,57	22,42	53,22	1267,22	1,55	15,8
Gesso (G)	3,19	32,26	22,12	52,25	1167,18	1,48	14,6
CO + G	3,20	33,99	23,13	55,23	1312,05	1,61	16,4
Doses de S (kg ha <sup>-1</sup> )	DC (cm)	CFC (cm)	LFC (cm)	NFCP (unid.)	MFC (g planta <sup>-1</sup> )	MSC (t ha <sup>-1</sup> )	PROD (t ha <sup>-1</sup> )
0,00	3,19	33,40	22,68	54,35	1278,40	1,58	16,0
93,31	3,20	33,45	22,62	53,44	1272,55	1,59	15,9
186,69	3,20	33,09	22,43	53,72	1241,77	1,53	15,5
280,00	3,17	33,15	22,48	52,74	1202,55	1,48	15,0
Média geral	3,19	33,27	22,55	53,57	1248,82	1,54	15,6
CV1 (%)	8,33	5,52	6,64	16,53	30,73	29,63	30,73
CV2 (%)	4,80	3,26	3,17	7,41	15,78	17,46	15,79
F (P.S.)	0,03 <sup>ns</sup>	3,90 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>
F (S)	0,10 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>
F (PS x S)	2,09 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativo a 5 % pelo teste F

O preparo do solo e as doses de S não influenciaram o número de folhas, com média de 53 folhas comerciais por planta (Tabela 1). Este pode ser considerada alto, visto que Novo et al. (2010), trabalhando com cinco genótipos de couve manteiga multiplicados por estaquia, relataram de 36 a 49 folhas por planta em 9 colheitas de avaliação. Na avaliação do híbrido Hi-Crop<sup>®</sup> durante seis meses com população de 20 mil plantas por ha e sob manejo orgânico, Corrêa et al. (2014) encontraram valor aproximado de 95 folhas por planta em 24 colheitas, sendo praticamente 4 folhas por colheita. Este valor foi inferior ao do presente trabalho que resultou em média de 6 folhas por planta por colheita. O híbrido Hi-Crop<sup>®</sup> praticamente não emite brotações laterais o que, além de diminuir os tratos culturais com desbrota, reduz a competição na planta, favorecendo apenas as folhas formadas diretamente do caule. Azevedo et al. (2012) citaram a necessidade de buscar genótipos com baixo número

de brotações laterais, o que favorece a obtenção de maior número de folhas comerciais por planta e, conseqüentemente, com alta produtividade.

Existem relatos em outras brássicas em que o S pode influenciar a produtividade de folhas. Soares et al. (2017) encontraram resposta linear para o número de folhas de rúcula até o valor máximo de 80 mg planta<sup>-1</sup> de S, fornecido na forma de sulfato de amônio. Cardoso et al. (2016) avaliaram o acúmulo de nutrientes em couve-flor e observaram que em sementes o S foi o segundo elemento mais acumulado. Este mesmo comportamento foi relatado por Magro et al. (2009) em sementes de brócolis, inferindo a importância deste nutriente para as brássicas.

Corrêa et al. (2016) observaram aumento linear no número de folhas por planta em brócolis até a dose máxima de S avaliada, que foi 124 kg ha<sup>-1</sup> de S aplicado em cobertura na forma de sulfato de amônio, mesmo com aplicação de composto orgânico no solo. No entanto, para a formação da inflorescência, concluíram que 100 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico no solo com 66,9 kg S ha<sup>-1</sup> em cobertura seria a recomendação adequada para maximizar a produção desta brássica. Apesar destes relatos em rúcula e brócolis, para a couve 'Hi-Crop' a aplicação de S em cobertura não afetou a produção. Portanto, o produtor pode optar por qualquer uma das fontes de N utilizadas, sulfato de amônio ou ureia, de acordo com a melhor relação custo/benefício.

Não houve influência para preparo do solo e doses de S (Tabela 1) na massa seca de folhas, com média de 1,54 t ha<sup>-1</sup>. Soares et al. (2017) também concluíram que a adubação com enxofre na forma de sulfato de amônio em cobertura não interferiu na massa seca total de folhas de rúcula.

A produtividade (massa fresca) não foi influenciada pelo preparo do solo e pelas doses de S, obtendo-se média de 15,6 t ha<sup>-1</sup> de folhas comerciais (Tabela 1). Apesar da produtividade estar abaixo da média no estado de São Paulo que é de 28 t ha<sup>-1</sup> (IEA, 2016), esta média é estimada para um ano de ciclo, período superior ao da atual pesquisa que foi de três meses. Corrêa et al. (2014) relataram produtividade de 42,19 a 46,03 t ha<sup>-1</sup> para o híbrido Hi-Crop<sup>®</sup> com manejo orgânico em 24 colheitas durante seis meses, o que, em média, resultaria aproximadamente 1,9 t ha<sup>-1</sup> a cada colheita. Este valor foi similar ao presente trabalho que alcançou 1,95 t ha<sup>-1</sup>, porém com tempo de colheita foi menor.

Soares et al. (2017) recomendaram adubação de cobertura com enxofre para aumentar a produção de folhas de rúcula, e obtiveram bons resultados até a dose de

80 mg planta<sup>-1</sup> na forma de sulfato de amônio. Resende et al. (2011) também observaram produtividade maior em três cultivares de alho que receberam adubação com enxofre em cobertura.

Provavelmente o fornecimento de S via gessagem ou composto orgânico, e o existente no solo antes do preparo foi o suficiente para suprir a planta nas necessidades para manutenção e produção ao longo das oito colheitas do presente trabalho. Bissani et al. (2008) relataram que aproximadamente 75 % do S no solo encontra-se na matéria orgânica. Considerando que o solo apresenta textura arenosa e baixo teor de matéria orgânica, 13 g dm<sup>-3</sup>, somente a aplicação do gesso e/ou do composto orgânico pode ter sido suficiente. Alvarez-Venegas et al. (2007) recomendam de 70 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de S para as brássicas, ou seja, mesmo não aplicando S em cobertura, a dose de 30 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (120 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre), ou 1,2 t ha<sup>-1</sup> de gesso (180 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre) provavelmente atendeu a demanda das plantas de couve-de-folha.

Pauletti et al. (2014), estudando o efeito em longo prazo da aplicação de gesso em solo de textura arenosa, observaram que a menor dose (1,5 Mg ha<sup>-1</sup>) atendeu de forma adequada a necessidade de S para o milho, aveia-preta, trigo e soja. É importante considerar que para brássicas, liliáceas e leguminosas adotam-se valores superiores de enxofre quando comparado a maioria das plantas cultivadas (CQFS-RS/SC, 2004), pois estas espécies acumulam alto teor de proteína (RHEINHEIMER et al., 2005; ALVAREZ-VENEGAS et al., 2007).

Neste contexto, pode-se inferir que é indiferente o uso de sulfato de amônio ou ureia na adubação mineral de cobertura em couve-de-folha quando se aplica S no plantio desta olerícola.

#### 1.4 CONCLUSÕES

O enxofre aplicado em cobertura não influencia a produção da couve-de-folha quando se utiliza composto orgânico e/ou gesso no preparo de solo para o plantio.

## 1.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B. V.; GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, 2011.
- ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 595-646.
- AZEVEDO A. M.; ANDRADE JÚNIOR V. C.; PEDROSA C. E.; FERNANDES J. S. C.; VALADARES N. R.; FERREIRA M. R. A.; MARTINS R. A. V. Desempenho agrônomico e variabilidade genética em genótipos de couve. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1751-1758, 2012.
- AZEVEDO A. M.; ANDRADE JÚNIOR V. C.; PEDROSA C. E.; VALADARES N. R.; ANDRADE R. F.; SOUZA J. R. S. Estudo da repetibilidade genética em clones de couve. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 54-58, 2016.
- BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre, Metrópole, 2008. 344p.
- CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI-Brasil, 2010. p. 5-46.
- CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R.; NAKADA-FREITAS, P. G.; MAGRO, F.O.; TAVARES, A. E. B. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 196-201, 2016.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.
- CORRÊA, A. L.; ABBOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR, L. A.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde com crotalária consorciada ao minimilho antecedendo a couve-folha sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n.6, p. 956-963, 2014.
- CORRÊA, C. V.; GOUVEIA, A. M. S.; MARTINS, B. N. M.; TAVARES, A. E. B.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M. Response of broccoli to sulphur application at topdressing in the presence or absence of organic compost at planting. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11 n. 35, p. 3287-3292, 2016.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v.14, n.1, p. 1-11. 2009.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. Ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400 p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar – Sistema de Análise de Variância**. Versão 5. 3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: Couves e Plantas relacionadas. In:\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. p. 279-299.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da Produção Paulista**. 2016. Disponível em:<

- [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em 15 mai. 2017.
- MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Acúmulo de nutrientes em sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. **Cultivando o Saber**, v. 2: 49-57, 2009.
- NOVO, M. do C. de S.S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P.E.; BLAT, S.F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve-manteiga. **Horticultura Brasileira**, v.28, n. 3, p.321-325, 2010.
- PAULETTI, V.; PIERRI, L. de; RANZAN, T.; BARTH, G.; MOTTA, A. C. V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n. 2, p.495-505, 2014.
- PRADO, R. C. **Resenha climatológica** (1971 a 2006). São Manuel-SP. 2013. Disponível em:< <http://www.fca.unesp.br/#!/instituicao/departamentos/solos-recursos-ambientais/sra/estacao-meteorologica/resenha-climatologica/>>. Acesso em: 31 mai. 2017
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- RAIJ, B. van. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 2008. 233 p.
- RESENDE, T. V. J.; MORALES, R. G. F.; RESENDE, F. V.; CARMINARRIL, R.; BERTUZZOL, L. L. C.; FIGUEIREDO, A. S. T. Aplicação complementar de enxofre em diferentes doses na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, v.29, n. 2, p.217-221, 2011.
- RHEINHEIMER, D. S.; ALVAREZ, J. W. R.; OSORIO FILHO, B. D.; SILVA, L. S.; BORTOLUZZI, E. C. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 562-569, 2005.
- SHINGO, G. Y.; VENTURA, M. U. Produção de couve *Brassica oleracea* L. var. *acephala* com adubação mineral e orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 589-594, jul./set. 2009.
- SOARES, M. M.; BARDIVIESSO, D. M.; BARBOSA, W. F. S.; BARCELOS, M. N. Adubação de cobertura com enxofre na cultura da rúcula. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 49-52, 2017.
- TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M.C.(Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (Boletim IAC, nº 100). p. 155-186.
- TRANI, P. E.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO A.; TIVELLI, S. W. Couve de folha (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; et al. (Eds.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. (Boletim IAC, n.º 200). p. 159-161. Disponível em: <[file:///C:/Users/user10/Downloads/boletim200\\_iac.pdf](file:///C:/Users/user10/Downloads/boletim200_iac.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2017.
- TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E. P.; ARAÚJO, H. S.; FELTRAN, J. C.; PASSOS, F. A.; FIGUEIREDO, G. J. B.; NOVO, M. C. S. S. **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2015. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214). 36 p. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/BoletimTecnico214.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/BoletimTecnico214.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2017.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA COUVE-DE-FOLHA SOB COMPOSTO ORGÂNICO, GESSAGEM E DOSES DE ENXOFRE EM COBERTURA

#### RESUMO

Devido à importância do enxofre na nutrição das brássicas, e neste caso, a couve-de-folha que é muito consumida na alimentação humana, objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização do enxofre, gesso e composto orgânico nas características físico-químicas de couve-de-folha. Foram avaliados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre via adubação em cobertura as subparcelas. O preparo de solo foi realizado de três modos: incorporação em pré-plantio de composto orgânico ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ); gesso agrícola ( $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ ); e composto orgânico ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ) + gesso agrícola ( $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ ). As doses de enxofre para adubação em cobertura foram de 0; 80; 160 e  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de S, correspondendo a 0; 400; 800 e  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante sulfato de amônio. As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Campus de Botucatu. Foram avaliadas as seguintes características físico-químicas: açúcares redutores, açúcares totais, sacarose, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, fibras, proteína, pigmentos (clorofila a, b, antocianinas e carotenoides totais) e o índice relativo de clorofila (índice SPAD). A aplicação de doses de enxofre em cobertura, bem como o preparo do solo com adubação orgânica, gessagem e a combinação das duas técnicas, não afetam as características físico-químicas e pigmentos presentes nas folhas comerciais de couve-de-folha. A utilização do composto orgânico mais gessagem no preparo de solo diminui o índice SPAD em folhas comerciais de couve-de-folha. O uso de doses de enxofre em cobertura não interfere no índice SPAD das folhas comerciais de couve-de-folha.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Adubação orgânica. Gesso. Qualidade.

#### ABSTRACT

Due to the importance of sulfur in the nutrition of brassicas, and in this case, kale which is very consumed in human food, this study aimed to evaluate the use of sulfur, gypsum and organic compost in the physicochemical characteristics of kale. Twelve treatments were evaluated in a subdivided plots scheme, three types of soil preparation the plots, and four sulfur doses via fertilization in the subplots. Soil preparation was performed in three ways: incorporation in the pre-planting of organic compost ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ); agricultural gypsum ( $1.2 \text{ t ha}^{-1}$ ); and organic compost ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ) + agricultural gypsum ( $1.2 \text{ t ha}^{-1}$ ). The sulfur doses for cover fertilization were 0; 80; 160 and  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  of S, corresponding to 0; 400; 800 and  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$  of ammonium sulfate fertilizer. The sulfur doses for cover fertilization were 0; 80; 160 and  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  of S, which corresponds to 0; 400; 800 and  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$  of ammonium sulfate fertilizer. The physicochemical analyzes were carried out in the Post-Harvesting Laboratory of Fruits and Vegetables of the Department of Horticulture of the Faculty of Agronomic Sciences, UNESP - Campus de Botucatu.



The following physicochemical characteristics were evaluated: reducing sugars, total sugars, sucrose, soluble solids, pH, titratable acidity, fibers, protein, pigments (chlorophyll a, b, anthocyanins and total carotenoids) and relative index of chlorophyll (SPAD index). The application of sulfur doses in coverage, as well as soil preparation with organic fertilization, plastering and the combination of the two techniques, do not affect the physico-chemical characteristics and pigments present in commercial leaves of kale. The use of the organic compost plus plastering in soil preparation reduces the SPAD index in commercial leaves of kale. The use of sulfur doses in coverage does not interfere with the SPAD index of commercial leaves of kale.

**Keywords:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Organic fertilization. Gypsum. Quality.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) se destaca por ser uma hortaliça muito cultivada e consumida mundialmente, tendo como seu principal produtor a China, seguida da Índia, Rússia, Coreia do Sul, Ucrânia e Japão (FAOSTAT, 2014). Segundo Filgueira (2008), esta planta é da mesma espécie do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), da couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), do brócolis (*B. oleracea* var. *italica*), dentre outras, porém, o que difere é a variedade botânica.

As folhas são consideradas como boa fonte de cálcio, potássio, magnésio, fibras, vitamina A e vitamina C, além de baixo valor calórico (PACHECO, 2011; TACO, 2011; SIKORA; BODZIARCZYK, 2012). Os carotenoides (luteína e betacaroteno), antocianinas e clorofilas presentes nas folhas desta hortaliça diminuem radicais livres do corpo humano e têm ação preventiva em certas doenças crônicas degenerativas (LEFSRUD et al., 2007; LIGOR; TRZISZKA; BUSZEWSKI, 2013).

Aliado a busca da dieta alimentar adequada em vitaminas, sais minerais e fibras para atender as necessidades diárias do organismo humano, justifica-se estudar as características físico-químicas para melhor entender as transformações que ocorrem nos vegetais e que podem afetar ou não a qualidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O enxofre (S) compõe os aminoácidos cisteína e metionina. A deficiência deste nutriente na planta diminui a formação de proteínas (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). Além disso, tem papel importante na composição das brássicas, pois demandam de 70 a 80 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto na maioria das culturas a faixa é de 15 a 50 kg ha<sup>-1</sup> (VITTI; HEINRICH, 2007; ALVAREZ-VENEGAS et al., 2007). Neste aspecto, estudos com couve-flor identificaram como o quarto nutriente mais

acumulado na planta, e nas sementes foi o segundo (CARDOSO et al., 2016). O mesmo foi observado em sementes de brócolis (MAGRO; CARDOSO; FERNANDES, 2009), mostrando a importância deste nutriente em brássicas.

A absorção do enxofre na planta é na forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), e a principal fonte de S no solo é a partir da decomposição da matéria orgânica. Entretanto, a gessagem também pode contribuir com o fornecimento de enxofre e cálcio na forma de sulfato de cálcio. Além disso, a toxidez do alumínio pode ser reduzida com a aplicação de gesso no solo, contribuindo com o crescimento das raízes em profundidade, favorecendo maior absorção de água, e aumentando a tolerância à seca (RAIJ, 2008; RAIJ, 2011).

Devido a importância da couve-de-folha na alimentação e aos poucos estudos com esta cultura, objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização do enxofre, gesso e composto orgânico nas características físico-químicas de couve-de-folha.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de couve-de-folha foram conduzidas em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel-SP. As coordenadas geográficas são 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste de Greenwich e altitude de 750 m. As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Horticultura da FCA.

Pela classificação de Köppen, o clima predominante do município de São Manuel é Cfa, ou seja, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009).

Os resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm foram: pH ( $\text{CaCl}_2$ ) = 6,3; M.O. = 13 g  $\text{dm}^{-3}$ ;  $P_{\text{resina}}$  = 82 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; H + Al = 12 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; K = 1,2 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; Ca = 28 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; Mg = 8 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; S = 3 mg  $\text{dm}^{-3}$ , SB = 37 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; CTC = 49 mmol<sub>c</sub>  $\text{dm}^{-3}$ ; e V% = 76.

Foram avaliados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre via adubação em cobertura as subparcelas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso,

com quatro repetições, 18 plantas por parcela distribuídas em três linhas de plantio, sendo colhidas as folhas das quatro plantas centrais, consideradas como parcela útil.

O preparo de solo foi realizado de três modos: incorporação em pré-plantio de composto orgânico marca Visafértil (30 t ha<sup>-1</sup>); gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>); e composto orgânico (30 t ha<sup>-1</sup>) + gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>). Ao preparar o solo com os tratamentos pré-plantio, todas as parcelas receberam 2 t ha<sup>-1</sup> do formulado 04-14-08. Após a aplicação dos tratamentos e do fertilizante houve incorporação no solo com o rotoencanteirador.

Na análise do composto orgânico Visafértil<sup>®</sup> obtida no Laboratório de Solos e Recursos Ambientais da FCA verificou-se em % ao natural: 0,7 de N; 1,0 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,7 de K<sub>2</sub>O; 6,8 de Ca; 0,4 de Mg; 0,4 de S; 22,0 de U-65 °C; 24,0 de MO-Total e 13 C-Total; em mg Kg<sup>-1</sup> ao natural: 2558 de Na; 67 de Cu; 17316 de Fe; 577 de Mn; 97 de Zn. A relação C/N é de 19,1 e o pH=6,0.

Seguindo orientações de Trani e Raji (1996) para adubação mineral de cobertura em couve-manteiga, as doses totais de enxofre para adubação em cobertura foram de 0; 80; 160 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de S, o que corresponde a 0; 400; 800 e 1200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante sulfato de amônio. Para padronizar a aplicação de nitrogênio (N) em cobertura em 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizou-se 540; 356; 179 e 0 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. As dosagens totais dos fertilizantes aplicados em cobertura foram divididas em seis aplicações, com intervalo de 14 dias entre uma e outra.

Nas adubações em cobertura, os fertilizantes foram distribuídos na superfície em volta de cada planta. Aos 15 dias após o transplante (DAT) das mudas no campo, ocorreu a primeira adubação em cobertura, de acordo com os tratamentos, sendo repetidos a cada 14 dias. Da terceira adubação em cobertura em diante, também foi aplicado cloreto de potássio (20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cada aplicação). A irrigação foi por aspersão, cerca de 3 mm dia<sup>-1</sup>, e todo cultivo técnico seguiu as recomendações de Filgueira (2008) e Trani et al. (2015).

A semeadura da couve, híbrido Hi-Crop<sup>®</sup>, foi feita dia 29/07/2016 em substrato Carolina Soil<sup>®</sup> em bandejas de polipropileno preto rígido com 162 células, sendo uma planta por célula. Aos 27 dias realizou-se o transplante das mudas em canteiros no espaçamento de 0,50 m entre linhas e 1,60 m entre plantas.

No dia 30/09/2016 foi feita a primeira colheita de folhas, que se repetiram a cada 10 dias. Na sexta colheita (88 DAT), quando as plantas estavam estabilizadas e com

seis adubações em cobertura, foram coletadas amostras de três folhas comerciais de cada subparcela na posição intermediária da planta. Foram levadas ao laboratório, e em seguida lavadas em água corrente e secas naturalmente, para se realizar a avaliação das seguintes características físico-químicas: açúcares redutores, açúcares totais, sacarose, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, fibras, proteína, pigmentos (clorofila *a*, *b*, antocianinas e carotenoides totais) e o índice relativo de clorofila (índice SPAD).

Os açúcares totais e redutores foram determinados pelo método descrito por Nelson (1944) e adaptado por Somogyi (1945), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Para determinação dos sólidos solúveis, as folhas de couve foram trituradas e em seguida foi realizada a leitura no refratômetro de mesa, marca Biobrix, conforme recomendação feita pela A.O.A.C. (2005). Os resultados foram expressos em °Brix. As fibras foram descritas em porcentagem, aplicando-se metodologia da A.O.A.C. (2005).

O pH foi medido através do extrato aquoso, em potenciômetro Micronal modelo B-221, seguindo as normas do Instituto Adolfo Lutz publicadas em Brasil (2008). A acidez titulável foi determinada por titulometria com NaOH - 0,1 mol L<sup>-1</sup>, e os resultados expressos em porcentagem. A proteína foi avaliada pelo método de Kjeldahl, que determina o nitrogênio orgânico total. O teor de nitrogênio obtido foi convertido em proteína por meio de um fator de conversão médio de 6,25, baseado em 16 % de nitrogênio nas proteínas alimentares (BRASIL, 2008).

Os pigmentos foram determinados seguindo recomendações de Sims e Gamon (2002). Amostras de 0,055 g foram adicionadas a 3 mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizadas e centrifugadas por 5 minutos a 2000 rpm. Realizou-se a leitura em espectrofotômetro UV/VIS a 663 nm, 647 nm, 537 nm e 470 nm para a clorofila *a*, clorofila *b*, antocianinas e carotenoides, respectivamente, em ambiente protegido da luz. Os valores de absorbância foram convertidos em mg 100 g<sup>-1</sup>. Na mesma amostra de folhas, foi realizada a leitura em unidades SPAD através do medidor indireto de clorofila Minolta SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), aplicado em seis pontos por folha, sendo utilizada a média desses pontos para representar o valor de cada subparcela.

Foi realizada análise de variância e ao constatar a significância pelo teste F, os valores médios dos tratamentos para preparo de solo foram comparados pelo teste

de Tukey ao nível de significância de 5 %. Para as doses de enxofre realizou-se análise de regressão. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar (FERREIRA, 2010).

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores preparo do solo e doses de S em cobertura não foram significativos para açúcares redutores, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, fibras e proteína, assim como a interação entre estes fatores também não foi significativa pelo teste F a 5 % de probabilidade (Tabela 1). As doses de S também não foram significativas pela análise de regressão polinomial, mostrando que este fator não influenciou estas características avaliadas.

Não foram observadas alterações significativas na porcentagem dos açúcares redutores com média geral de 1,74 % (Tabela 1). Pelo fato de não se verificar a presença de sacarose nas folhas, considerou-se os teores de açúcares totais iguais ao teor de açúcares redutores. Neste caso, pode-se admitir apenas a presença de monossacarídeos nas folhas, glicose e frutose. Os valores podem ser considerados baixos quando comparado com repolho minimamente processado que apresentou 4,0 % de açúcares redutores (SALATA et al., 2014), e de 3,45 a 3,86 % na inflorescência de couve-flor produzida com doses de potássio em cobertura (GODOY et al., 2012). Chitarra e Chitarra (2006) afirmam que a variação do teor destes açúcares em hortaliças oscila entre 2 e 5 %, portanto nas folhas de couve os valores foram inferiores ao da maioria das hortaliças.

Os sólidos solúveis contidos nas folhas comerciais de couve-de-folha não foram influenciados pelos diferentes preparos de solo e doses de enxofre em cobertura, registrando média geral de 9,28 °Brix (Tabela 1). Valor mais baixo foi encontrado por Sanches et al. (2016), 7,8 °Brix em couve-de-folha 'Manteiga verde crespa', por Salata et al. (2014), 5,65 °Brix, logo após o corte do material em repolho minimamente processado, e por Godoy et al. (2012), 6,58 °Brix para couve-flor. Esta característica pode ser influenciada por diversos fatores de produção como material genético utilizado, tipo de solo, clima, e tratos culturais.

Tabela 1- Açúcares redutores (AR), sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), fibras e proteína presentes nas folhas comerciais de couve-de-folha cultivada em diferentes preparos de solo e doses de enxofre em cobertura. São Manuel-SP, 2016.

Preparo de solo	AR (%)	SS (°Brix)	pH	AT (%)	Fibras (%)	Proteína (%)
Composto orgânico (C.O.)	1,80	9,19	6,23	0,25	1,87	2,78
Gesso (G)	1,81	9,16	6,22	0,25	1,99	2,83
C.O. + G	1,61	9,50	6,27	0,25	1,93	2,84
Doses de S (kg ha <sup>-1</sup> )	AR (%)	SS (°Brix)	pH	AT (%)	Fibras (%)	Proteína (%)
0	1,70	8,92	6,25	0,24	2,01	2,73
80	1,72	9,21	6,25	0,25	2,06	2,81
160	1,80	9,58	6,23	0,27	1,73	2,81
240	1,75	9,42	6,22	0,24	1,91	2,92
Média geral	1,74	9,28	6,24	0,25	1,93	2,82
C.V.1 (%)	16,77	9,26	2,36	28,35	16,38	9,47
C.V.2 (%)	15,93	9,96	1,95	21,34	16,65	10,17
F(p.solo)	2,35 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
F(S)	0,30 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	2,43 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
F(p.solo x S)	1,50 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativo a 5% pelo teste F

Os tratamentos de preparo de solo e as doses de enxofre, não modificaram de forma significativa os valores de pH e acidez titulável nas folhas (Tabela 1), sendo a média geral de pH=6,24 e 0,25 % de acidez titulável. Sanches et al. (2016) relataram em couve-de-folha 'Manteiga verde crespá' valores mais baixos de pH (5,20), e valor mais alto na acidez titulável (0,31 %), o que demonstra coerência nos resultados, ou seja, maior acidez com menor pH. Pereira et al. (2015), ao avaliarem couve-de-folha produzida no sistema orgânico, obtiveram pH de 5,6 e 0,20 % de acidez titulável. Sabe-se que a acidez quantifica a presença de ácidos orgânicos nos vegetais, e, de modo geral, a acidez em olerícolas é baixa.

O valor médio encontrado das fibras foi de 1,93 % (Tabela 1), não ocorrendo influência dos fatores preparo de solo e doses de enxofre em cobertura sobre esta variável. Luengo et al. (2011) citaram valor de 1,3 % de fibras para couve 'Manteiga'. Teor acima do encontrado neste trabalho foi registrado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, ou seja, 3,1 % de fibras em folhas da couve crua (TACO, 2011).

Na porcentagem de proteína contida nas folhas, não houve efeito significativo dos tratamentos, com média de 2,82 % (Tabela 1). Este valor é muito próximo ao

relatado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos que é de 2,9 % de proteína nas folhas da couve crua (TACO, 2011), e 2,83 % para couve refogada (PACHECO, 2011). Comparando o teor de proteína existente com relação a outras hortaliças como abobrinha (0,6 a 1,1 %), alface (0,6 a 1,7 %), cenoura (1,3 %), couve-flor (1,9 %), pimentão (1,0 a 1,2 %), repolho (0,9 a 1,9 %) e tomate (1,1 %), pode-se dizer que a couve-de-folha apresenta valor expressivo, ficando atrás apenas de outra brássica, o brócolis (3,6 %) (TACO, 2011).

Os fatores preparo de solo e doses de enxofre não afetaram os teores dos pigmentos clorofila *a* e *b*, carotenoides e antocianinas (Tabela 2). Os teores de clorofila *a* e *b* apresentaram média geral de 10,06 mg 100 g<sup>-1</sup> e 3,48 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2). Segundo Von Elbe (2000), as clorofilas *a* e *b* apresentam proporção de 3:1 na natureza, valor esse muito próximo ao observado neste trabalho que foi de 2,9:1.

Tabela 2- Teores de clorofila *a* e *b*, carotenoides, antocianinas e índice SPAD em folhas comerciais de couve-de-folha cultivada em diferentes preparos de solo e doses de enxofre em cobertura. São Manuel-SP, 2016.

Preparo de solo	Clorofila		carotenoides (mg 100 g <sup>-1</sup> )	antocianinas (mg 100 g <sup>-1</sup> )	SPAD (unid.)
	<i>a</i> (mg 100 g <sup>-1</sup> )	<i>b</i> (mg 100 g <sup>-1</sup> )			
Composto orgânico (C.O.)	9,55	3,37	2,80	0,69	57,3 a <sup>1</sup>
Gesso (G)	9,66	3,51	2,93	0,75	56,3 ab
C.O. + G	10,96	3,55	3,14	0,65	54,9 b
Doses de S (kg ha <sup>-1</sup> )	Clorofila		carotenoides (mg 100g <sup>-1</sup> )	antocianinas (mg 100g <sup>-1</sup> )	SPAD (unid.)
	<i>a</i> (mg 100g <sup>-1</sup> )	<i>b</i> (mg 100g <sup>-1</sup> )			
0	10,04	3,51	2,91	0,63	55,2
80	9,66	3,47	2,87	0,70	56,8
160	10,30	3,66	3,07	0,70	56,3
240	10,23	3,27	2,97	0,76	56,3
Média geral	10,06	3,48	2,96	0,70	56,2
C.V.1 (%)	35,45	25,77	24,95	20,82	3,09
C.V.2 (%)	31,29	24,03	21,66	45,27	6,05
F(p.solo)	0,77 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>	7,94 <sup>**</sup>
F (S)	0,10 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
F(p.solo x S)	1,12 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*\*</sup> significativo a 1% pelo teste F

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de clorofila *a* e *b* (Tabela 2) foram inferiores aos encontrados em folhas de brócolis por Padula et al. (2006) que relataram valores de 15,50 mg 100 g<sup>-1</sup> para clorofila *a* e 9,16 mg 100 g<sup>-1</sup> para clorofila *b*.

As clorofilas são relevantes no processo fotossintético, atuando na absorção e captação de energia luminosa para posterior conversão desta energia em ATP e poder redutor, os quais podem ser usados na síntese de carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 2009). Chitarra e Chitarra (2005) afirmaram que estes pigmentos naturais servem como indicador da vida de prateleira e grau de frescor de hortaliças verdes. A redução de clorofila provoca modificação na cor dos vegetais, e pode acarretar menor qualidade dos mesmos quando usados na forma de alimentos (AQUINO et al., 2011).

O uso de enxofre aliado aos diversos preparos de solo não modificaram de forma significativa os teores de carotenoides e antocianinas presentes nas folhas com teores médios de 2,96 e 0,70 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Provavelmente não houve interferência direta na produção destes pigmentos naturais, pois os mesmos são formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000; FRASER; BRAMLEY, 2004;), que estão presentes no solo e na atmosfera. Neste trabalho a relação de clorofilas por carotenoides foi de 4,6:1, o que se aproxima da afirmação de Von Elbe e Schwartz (1996) ao citar que esta proporção é em torno de 5:1 nas plantas. Segundo Carvalho et al. (2006), o organismo converte os carotenoides em vitamina A, e estes pigmentos naturais estão presentes em hortaliças folhosas amarelo-alaranjadas e verde-escuras como as encontradas neste estudo. Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) observaram valor de 3,40 mg 100 g<sup>-1</sup> para carotenoides totais em couve-de-folha, e valores superiores, em mg 100 g<sup>-1</sup>, para cenoura (5,60), abóbora (9,90), agrião (10,70), almeirão (12,0) e rúcula (13,30).

Taiz e Zeiger (2009) afirmam que os carotenoides, considerados pigmentos acessórios de coloração amarela ou alaranjada, e muitas vezes escondidos pela clorofila, tem papel essencial na fotoproteção, protegendo o sistema fotossintético do oxigênio singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>\*), que podem destruir componentes como lipídeos. Neste sentido, Wahid (2007) relatou que esses pigmentos previnem danos oxidativos causados por estresse. As antocianinas que pertencem ao grupo dos flavonoides caracterizam-se pelas suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anticarcinogênica (KONG et al., 2003; CARVALHO et al., 2006).



As doses de enxofre em cobertura não modificaram significativamente o índice de clorofila que variou de 53,98 a 58,65 unidades SPAD, com média geral de 56,2 unidades SPAD. Porém, observou-se superioridade quando se utilizou apenas o composto orgânico quando comparado com composto orgânico mais o gesso agrícola no preparo de solo antes do transplante (Tabela 2).

A alta concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  presente no solo ( $28 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), somado ao uso do gesso, presença do adubo orgânico, adubações potássica de cobertura e CTC baixa pode ter iniciado o deslocamento do  $\text{Mg}^{2+}$  nos sítios de troca, sendo preferencialmente lixiviado na forma de íons  $\text{Mg}^{2+}$  ou formado par iônico com o  $\text{SO}_4^{2-}$  (VELOSO et al., 2001; ZAMBROSI; ALLEONI; CAIRES, 2007; DEMATTÊ, 2011; MARSCHNER, 2012). Com níveis inferiores de Mg nas folhas, estas podem apresentar coloração verde menos intensa, reduzindo os valores do índice SPAD. Entretanto, não foram observados sintomas de deficiência de Mg nas folhas de todos os tratamentos.

Soares et al. (2017) verificaram que a adubação com enxofre na forma de sulfato de amônio em cobertura aumentou a intensidade de cor verde em folhas de rúcula, o que, segundo os autores, favoreceu a qualidade do produto, atraindo os consumidores que procuram folhas mais verdes e vigorosas. Sedyama et al. (2009) observaram aumento linear do índice relativo de clorofila (SPAD) em folhas de quiabeiro, conforme se aumentou as doses de biofertilizante suíno.

Henz e Mattos (2008) afirmam que profissionais da área de gastronomia e nutrição recomendam alimentos com folhas mais verdes e brilhantes. No entanto, na presente pesquisa não foram observadas diferenças visíveis na coloração das folhas em função das doses de S. Além disto, todas as plantas receberam, direta ou indiretamente, S no plantio, seja via composto orgânico e/ou via gessagem, o que variou foi a quantidade em cobertura.

Trabalhando com repolho, híbrido Shutoku, Moreira e Vidigal (2009) encontraram valor de 53,5 unidades SPAD, com dose de  $278 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, quando obtiveram fitomassa fresca máxima de cabeça. Outros estudos com aplicações crescentes de nitrogênio e adubos orgânicos em abobrinha, quiabo e tomate, constataram aumentos nos teores de clorofila e/ou valores de índice SPAD nas folhas das plantas (FERREIRA et al., 2006; SEDIYAMA et al., 2009; PÔRTO et al., 2011). Portanto, o N é importante na coloração das folhas e no índice SPAD. Porém, todos os tratamentos receberam a mesma dose de N em cobertura.

## 2.4 CONCLUSÕES

A aplicação de doses de enxofre em cobertura, bem como o preparo do solo com composto orgânico, gessagem e a combinação das duas técnicas, não afetam as características físico-químicas e pigmentos presentes nas folhas comerciais de couve-de-folha.

A utilização do composto orgânico mais gessagem no preparo de solo diminui o índice SPAD em folhas comerciais de couve-de-folha. Para esta característica, os resultados foram superiores quando se utiliza apenas o composto orgânico no solo.

O uso de doses de enxofre em cobertura não interfere no índice relativo de clorofila (SPAD) das folhas comerciais de couve-de-folha.

## 2.5 REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 18.ed. Washington, 2005. 1015p.
- ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 595-646.
- AQUINO, A. C. M. S.; SILVA, M. H. M.; ROCHA, A. K. S.; CASTRO, A. A. Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2011.
- BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI-Brasil, 2010. p. 5-46.
- CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R.; NAKADA-FREITAS, P. G.; MAGRO, F. O.; TAVARES, A. E. B. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 196-201, 2016.
- CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4: p. 397-404, 2006.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 Ed. Lavras: UFLA. 2005. 785 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: glossário**. Lavras: Editora UFLA. 2006. 256 p.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p. 1-11. 2009.

- DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews Food Science Nutrition**, v. 40, n. 3, p.173-289, 2000.
- DEMATTE, J. L. I. Ação do gesso e do calcário na relação cálcio: magnésio do solo e na produtividade da cana-de-açúcar. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n. 136, 2011. 16 p.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – **FAOSTAT** - 2014. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 16 mai. 2017.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar** – Sistema de Análise de Variância. Versão 5. 3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. 2006. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 141-145, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: Couves e Plantas relacionadas. In: \_\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. p. 279-299.
- FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, v. 43, n. 3, p. 228-265, 2004
- GODOY, A. R.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O. Produção e qualidade pós-colheita de couve-flor em função de doses de potássio em cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n. 2, p. 33-42, 2012.
- HENZ, G. P.; MATTOS, L. M. **Manuseio pós-colheita de rúcula**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 7p. (Comunicado Técnico 64).
- KONG, J.M.; CHIA, L.S.; GOH, N.K.; CHIA, T.F.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v.64, p. 923–933,2003.
- LEFSRUD, M.; KOPSELL, D.; WENZEL, A.; SHEEHAN, J. Chances in kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. **Scientia Horticulturae**, v.112, p.136-141, 2007.
- LIGOR, M.; TRZISZKA, T.; BUSZEWSKI, B. Study of antioxidant activity of biologically active compounds isolated from green vegetables by coupled analytical techniques. **Food Analytical Methods**, v. 6, n. 2, p. 630-636, 2013.
- LUENGO, R. F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. 2 Ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 4p.
- MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Acúmulo de nutrientes em sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. **Cultivando o Saber**, v. 2, p. 49-57, 2009.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3ª Ed. Australia: Elsevier, 2012. 651p.
- MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M. **Diagnóstico de nitrogênio por medidores portáteis para uso na cultura do repolho**. Circular técnica EPAMIG, n. 53, 5p., 2009.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **Journal Biological Chemistry**, v. 153, p. 375-380, 1944.
- PACHECO, M. **Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Rubio, 2011. 669 p.

- PADULA, M. L.; CARCIOFI, B. A.; DANNENHAUER, C. E.; STRINGARI, G. B.; MONTEIRO, A. R. Influência de diferentes tipos de embalagens nas características físico-químicas e composição gasosa de brócolis (*Brassica Oleracea* var. itálica) orgânicos minimamente processados e armazenados sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 259-268, 2006.
- PEREIRA, E. M.; SANTOS, Y. M. G. dos.; LEITE-FILHO, M. T.; FRAGOSO, S. P.; PEREIRA, B. B. M. Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças cultivadas de forma orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n.2, p. 56 - 60, 2015.
- PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- RAIJ, B. V. **Gesso na agricultura**. Informações Agronômicas, n. 122, p-26-27, 2008. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B85CBF8A11ADF43E83257A90007E3924/\\$FILE/Page26-27-122.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B85CBF8A11ADF43E83257A90007E3924/$FILE/Page26-27-122.pdf)>. Acesso em 19 mai. 2017.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides**: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: MMA/SBF, 2008.100 p.
- SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; MAGRO, F. O. Uso de ácido ascórbico e cloreto de cálcio na qualidade de repolho minimamente processado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 391-397, 2014.
- SANCHES, A. G.; COSTA, J. M.; SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S. Utilização de radiação gama e amido de milho no armazenamento pós-colheita das folhas de couve manteiga. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p. 24-31, 2016.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 913-920, 2009.
- SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v. 81, p. 337-354, 2002.
- SIKORA, E.; BODZIARCZYK, I. Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala) raw and cooked. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 11, n. 3, p. 239-248, 2012.
- SOARES, M. M.; BARDIVIESSO, D. M.; BARBOSA, W. F. S.; BARCELOS, M. N. Adubação de cobertura com enxofre na cultura da rúcula. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 1, p. 49-52, 2017.
- SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. **Journal Biologic Chemical**, n. 160, p. 69-73, 1945.
- TACO – **Tabela de Composição dos Alimentos**. Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. 4 ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA, 2011. 161 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.
- TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M.C.(Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. (Boletim IAC, nº 100). p. 155-186.

- TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E. P.; ARAÚJO, H. S.; FELTRAN, J. C.; PASSOS, F. A.; FIGUEIREDO, G. J. B.; NOVO, M. C. S. S. **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2015. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214). 36 p. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/BoletimTecnico214.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/BoletimTecnico214.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2017.
- VELOSO, C. A. C.; SOUZA, F. R. S.; PEREIRA, W. L. M.; TENÓRIO, A. R. M. Relações cálcio, magnésio e potássio sobre a produção de matéria seca de milho. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 193-204, 2001.
- VITTI, G. C.; HEINRICHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística. In: YAMADA, T.; STIPP e ABDALLA, R.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, SP: IPNI Brasil, 2007. p. 109-160.
- VON ELBE J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, 2000. p. 782-799.
- VON ELBE, J. H. E.; SCHWARTZ, S. J. Colorants. In: FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. (3. ed.) New York: Marcel Dekker, p.651-722, 1996.
- WAHID, A. Physiological implications of metabolite biosynthesis for net assimilation and heat-stress tolerance of sugarcane (*Saccharum officinarum*) sprouts. **Journal of Plant Research**, Faisalabad, v. 120, n. 2, p. 219-228, 2007.
- ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 110-117, 2007.

### CAPÍTULO 3

#### DOSES DE ENXOFRE NOS TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES EM COUVE-DE-FOLHA CULTIVADA COM COMPOSTO ORGÂNICO E GESSO

##### RESUMO

Devido à escassez de informações relacionadas à adubação em couve-de-folha, objetivou-se avaliar a influência de doses de enxofre nos teores foliares de macronutrientes em couve-de-folha cultivada com composto orgânico e gesso. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à FCA/UNESP, no município de São Manuel-SP. Foram avaliados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre em cobertura as subparcelas. Os três tipos de preparo de solo foram composto orgânico (30 t ha<sup>-1</sup>); gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>); composto orgânico (30 t ha<sup>-1</sup>) mais gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>). As doses totais de enxofre em cobertura foram de 0; 53,32; 106,68 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de S, equivalendo a 0; 266; 532 e 800,0 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio. Para padronização do nitrogênio aplicado em cobertura foi utilizado ureia. A partir da matéria seca das folhas comerciais, o material foi moído e digerido para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S. O enxofre aplicado em cobertura não altera os teores foliares dos macronutrientes N, P, K e Ca em couve-de-folha cultivada com composto orgânico e gesso. O teor de enxofre apresenta aumento linear, enquanto para o magnésio ocorre diminuição do teor foliar. A ordem decrescente do teor de macronutrientes em folhas comerciais de couve-de-folha foi K > N > Ca > Mg > S > P.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Adubação orgânica. Sulfato. Nutrição de plantas.

##### ABSTRACT

Due to the scarcity of information related to kale fertilization, the objective of this study was to evaluate the influence of sulfur doses on foliar macronutrient contents in kale cultivated with organic compost and gypsum. The experiment was conducted at the São Manuel Experimental Farm, belonging to the FCA / UNESP, in the municipality of São Manuel-SP. Twelve treatments were evaluated in a subdivided plot scheme, with three types of soil preparation and four sulfur doses in coverage the subplots. The three types of soil preparation were organic compost (30 t ha<sup>-1</sup>); agricultural gypsum (1.2 t ha<sup>-1</sup>); organic compost (30 t ha<sup>-1</sup>) plus agricultural gypsum (1.2 t ha<sup>-1</sup>). The total doses of sulfur in coverage were 0; 53.32; 106.68 and 160 kg ha<sup>-1</sup> of S, equivalent to 0; 266; 532 and 800.0 kg ha<sup>-1</sup> of ammonium sulfate. For the standardization of the nitrogen applied in coverage was used urea. From the dry matter of the commercial leaves, the material was ground and digested to determine the N, P, K, Ca, Mg and S contents. The sulfur applied in coverage does not alter the leaf contents of the macronutrients N, P, K and Ca in kale grown with organic compost and gypsum. The sulfur content presents a linear increase, while for the magnesium there is decrease of the foliar content. The decreasing order of macronutrient content in commercial leaves kale was K > N > Ca > Mg > S > P.

**Keywords:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*. Organic fertilization. Sulphate. Nutrition of plants.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é originária da Europa e pertence à família das Brassicáceas. Esta hortaliça pode produzir por vários meses, sendo muito cultivada e consumida no mundo e no Brasil. No Estado de São Paulo, seu cultivo é mais expressivo na região de Sorocaba, Mogi das Cruzes, São Paulo e Campinas (TRANI et al., 2014; FAOSTAT, 2014; IEA, 2016).

Na nutrição vegetal, as brássicas se caracterizam como plantas que demandam enxofre (S) em quantidade superior quando comparado com a maioria das culturas agrônômicas, e este nutriente compõe a cistina e metionina, dois aminoácidos sulfurados importantes na nutrição humana (ALVAREZ-VENEGAS et al., 2007; VITTI; HEINRICHS, 2007; FILGUEIRA, 2008). O baixo teor desses aminoácidos afeta a síntese de proteínas, e a deficiência de S também diminui a produção de clorofila, o que incide de forma negativa no crescimento das plantas (HAWKESFORD et al., 2012).

O uso generalizado das formulações concentradas podem agravar a deficiência deste nutriente nas plantas. Entretanto, no mercado de fertilizantes, pode-se utilizar insumos que contém S como superfosfato simples, sulfato de amônio e sulfato de potássio (RAIJ, 2011). Outra contribuição pode ser encontrada na operação da gessagem, que fornece cálcio e enxofre através do sulfato de cálcio. O gesso também diminui o excesso de alumínio, beneficiando o crescimento das raízes, proporcionando maior absorção da água presente no solo e as plantas podem conviver melhor com a seca (RAIJ, 2008).

A adubação com composto orgânico também pode ser fonte de enxofre, além de outros nutrientes. Este adubo favorece as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2011).

O manejo correto dos nutrientes, através da adubação, incide em buscar o máximo potencial produtivo das plantas cultivadas, sendo que estes estão presentes na maioria das reações metabólicas das plantas, garantindo crescimento e desenvolvimento (WHITE; BROADLEY, 2003; HAWKESFORD et al., 2012). Porém o uso contínuo de adubação orgânica associada ao fertilizante químico pode ocasionar excesso ou deficiência de nutrientes, impactando no custo de produção e até na produtividade da cultura.

Correa, Cardoso e Claudio (2013) observaram aumento linear no teor de enxofre em folhas de repolho quando utilizaram sulfato de potássio em cobertura, sendo o enxofre o terceiro mais absorvido. Em sementes de brócolis (MAGRO; CARDOSO; FERNANDES, 2009) e couve-flor (CARDOSO et al., 2016) o S foi o segundo nutriente mais acumulado.

Em pesquisa realizada por Takeishi, Cecílio-Filho e Oliveira (2009), avaliando o acúmulo total de nutrientes em couve-flor (produtividade de 25,2 t ha<sup>-1</sup>), os autores relataram extração, em kg ha<sup>-1</sup>, de 224,5 de N; 53,9 de P; 156 de K; 137,6 de Ca; 21,8 de Mg e 63,4 de S o que demonstrou superioridade nos valores de enxofre em relação ao fósforo e magnésio, ressaltando a exigência desta espécie em enxofre.

Devido à escassez de informações relacionadas ao teor de nutrientes em folhas de couve-de-folha e o efeito da adubação em cobertura, objetivou-se avaliar a influência de doses de enxofre nos teores foliares de macronutrientes em couve-de-folha cultivada com composto orgânico e gesso.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à FCA/UNESP, no município de São Manuel-SP (coordenadas geográficas: 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste de Greenwich e altitude de 750 m). A temperatura média anual é de 20,9 °C, e precipitação média anual de 1.395 mm (PRADO, 2013). O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico típico, sendo que, na profundidade de 0-20 cm, os resultados da análise química foram: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 6,3; M.O. = 13 g dm<sup>-3</sup>; P<sub>resina</sub> = 82 mg dm<sup>-3</sup>; H + Al = 12 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K = 1,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 28 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 3 mg dm<sup>-3</sup>; SB = 37 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 49 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e V% = 76.

Foram avaliados doze tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo três tipos de preparo de solo as parcelas, e quatro doses de enxofre em cobertura as subparcelas. Os três tipos de preparo de solo foram obtidos com a incorporação em pré-plantio (2 dias antes do transplante das mudas) de composto orgânico (30 t ha<sup>-1</sup>) marca Visafértil; gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>); composto orgânico (30 t ha<sup>-1</sup>) mais gesso agrícola (1,2 t ha<sup>-1</sup>). Conforme recomendações de Trani e Raij (1996) para adubação mineral de cobertura em couve-manteiga, as doses totais de enxofre em cobertura foram de 0; 53,32; 106,68 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de S, correspondendo



a 0; 266; 532 e 800,0 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio. Para uniformizar a dose de N em cobertura (160 kg ha<sup>-1</sup> de N), foram utilizados 360; 237,2; 119,2 e 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. Os adubos aplicados em cobertura foram distribuídos ao redor de cada planta. Com 15 dias após o transplante (DAT), realizou-se a primeira adubação em cobertura de acordo com os tratamentos, sendo repetidas a cada 14 dias, totalizando quatro aplicações, sendo ¼ da dose total em cada aplicação. Na terceira e quarta adubação em cobertura, também foi acrescentado o fertilizante cloreto de potássio (20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em cada aplicação).

Durante o preparo do solo, concomitantemente aos tratamentos, as parcelas receberam 2,0 t ha<sup>-1</sup> do formulado 04-14-08. Em seguida, utilizou-se o rotoencanteirador para incorporar o composto orgânico, o gesso e o fertilizante no solo.

Na adubação orgânica utilizou-se o composto Visafértil<sup>®</sup> que foi analisado no Laboratório de Solos e Recursos Ambientais da FCA, e apresentou as seguintes garantias em % ao natural: 0,7 de N; 1,0 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,7 de K<sub>2</sub>O; 6,8 de Ca; 0,4 de Mg; 0,4 de S; 22,0 de U-65 °C; 24,0 de MO-Total e 13 C-Total; em mg Kg<sup>-1</sup> ao natural: 2558 de Na; 67 de Cu; 17316 de Fe; 577 de Mn; 97 de Zn. A relação C/N é de 19,1 e o pH=6,0.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo quatro repetições com 18 plantas por parcela distribuídas em três linhas de plantio. Como parcela útil, considerou-se as quatro plantas centrais.

Em 29/07/2016 foi realizada a semeadura da couve, híbrido Hi-Crop<sup>®</sup>, em substrato Carolina Soil<sup>®</sup>, acondicionado em bandejas de polipropileno preto rígido com 162 células, contendo uma planta por célula. O transplante em canteiros foi realizado no espaçamento de 0,50 m entre linhas e 1,60 m entre plantas, aos 27 dias após a semeadura.

A irrigação foi por aspersão e em torno de 3 mm dia<sup>-1</sup>. Todas as técnicas utilizadas na condução das plantas seguiram as recomendações de Filgueira (2008) e Trani et al. (2015).

A primeira colheita foi feita aos 30 DAT, com folhas de no mínimo 20 cm de comprimento, repetindo-se a cada dez dias, e finalizando as avaliações na quarta colheita. Determinaram-se como folhas comerciais aquelas com comprimento maior ou igual a 20 cm e sem defeitos visuais aparentes. A massa seca foi obtida por subamostra da massa fresca e constituída de três folhas comerciais por parcela

experimental colhidas na segunda, terceira e quarta colheitas, com secagem em estufa a 65 °C, com circulação forçada de ar, até atingir massa constante.

Após pesagem, o material foi moído e digerido para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S conforme metodologias apresentadas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao se constatar significância pelo teste F, os valores médios dos tratamentos de preparo de solo foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5 %. Para as doses de enxofre foi realizada regressão. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de enxofre em cobertura aplicadas na couve-de-folha cultivada com composto orgânico e gesso não foram significativas para o teor da maioria dos macronutrientes avaliados nas folhas, com exceção do magnésio e do enxofre. A interação entre estes fatores também não foi significativa pelo teste F a 5% de probabilidade (Tabela 1).

Entre os macronutrientes analisados, pode-se observar que o potássio apresentou maior teor foliar, com valor médio de 37,92 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), e teor muito próximo ao nitrogênio com média de 36,50 g kg<sup>-1</sup> de MS (Tabela 1). Estes números estão dentro da faixa adequada indicada por Trani et al. (2015) que é de 20 a 40 e 30 a 55 g kg<sup>-1</sup> de MS para o K e N, respectivamente. A superioridade do potássio e nitrogênio também foi constatada em folhas de repolho nos trabalhos de Aquino et al. (2009) e de Correa, Cardoso e Claudio (2013), e por Cardoso et al. (2016) em couve-flor, analisando parte vegetativa e reprodutiva. O fato sugere atenção especial para reposição destes nutrientes no solo através da adubação em cobertura, conforme as recomendações de Filgueira (2008) e Trani et al. (2015).

Observou-se teor foliar adequado para o fósforo segundo Trani et al. (2015), com média de 3,80 g kg<sup>-1</sup> de MS (Tabela 1), sendo aproximadamente 10% do teor de potássio e nitrogênio. Provavelmente, o alto teor de fósforo presente no solo ( $P_{resina} = 82 \text{ mg dm}^{-3}$ ), conforme indicado por Raij et al. (1997) foi suficiente para o cultivo da couve-de-folha, o que explica a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 1- Teores médios de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas folhas comerciais de couve-de-folha utilizando doses de enxofre em cobertura em diferentes preparos de solo. São Manuel, 2016.

Preparo de Solo	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg <sup>-1</sup> de MS						
Composto orgânico (C.O.)	37,33	4,01	38,67	22,58	4,57	3,96
Gesso (G)	35,75	3,80	38,08	22,00	4,57	4,33
C.O. + G	36,42	3,58	37,00	20,50	4,36	4,40
Doses de S (kg ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg <sup>-1</sup> de MS						
0	36,44	3,93	40,33	22,22	4,81	3,99
53,32	37,11	3,70	36,56	22,11	4,58	4,23
106,68	37,00	3,66	37,56	21,44	4,34	4,26
160	35,44	3,90	37,22	21,00	4,26	4,44
Média geral	36,50	3,80	37,92	21,69	4,50	4,23
C.V.1 (%)	10,00	13,88	6,81	11,74	8,00	13,26
C.V.2 (%)	7,22	11,69	10,87	10,79	9,18	9,70
F (p.solo)	0,57 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	2,16 <sup>ns</sup>
F (S)	0,75 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	3,29*	1,87 <sup>ns</sup>
F (p.solo x S)	1,20 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	2,96 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>

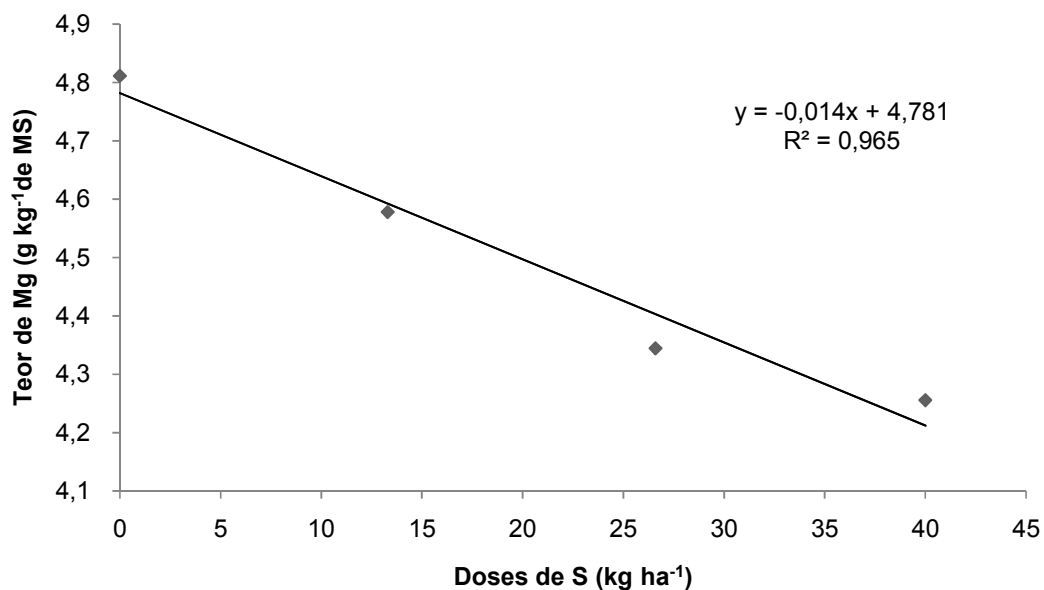
<sup>ns</sup> não significativo a 5% pelo teste F

O cálcio nas folhas apresentou média geral de 21,69 g kg<sup>-1</sup> de MS (Tabela 1). O valor se encontra dentro da faixa de cálcio considerada normal por Trani et al. (2015) que é de 15 a 25 g kg<sup>-1</sup> de MS. Verificou-se que o gesso (16% de Ca), utilizado isoladamente ou em combinação com o composto orgânico, não proporcionou aumento significativo no teor deste nutriente nas folhas. No entanto, o solo já apresentava teor adequado de cálcio (28 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), tanto que foi dispensada a calagem.

Na Figura 1 observou-se que mesmo com decréscimo no teor foliar do magnésio, conforme se aumentou as doses de enxofre em cobertura na couve-de-folha, os valores se encontraram na faixa adequada de 3 a 7 g kg<sup>-1</sup> de MS, segundo Trani et al. (2015). Além de não ter sido observado deficiência visual de magnésio nas folhas coletadas nos tratamentos, possivelmente o teor de magnésio existente no solo foi

suficiente para a nutrição das mesmas. Provavelmente a utilização do sulfato de amônio que libera sulfato no solo, pode ter formado par iônico com o  $Mg^{2+}$ , ou até a lixiviação na forma de íons. Outros fatores que estavam associados e podem ter influenciado são a CTC baixa do solo em estudo, o alto teor de  $Ca^{2+}$  presente no solo ( $28 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), adubações frequentes de potássio em cobertura, e a própria remoção do magnésio pelas colheitas (VELOSO et al., 2001; FOLONI; ROSOLEM; GARCIA, 2006; ZAMBROSI; ALLEONI; CAIRES, 2007; DEMATTÊ, 2011; MARSCHNER, 2012). Apesar desta redução no teor, não foi observada deficiência visual de magnésio nas folhas coletadas nos tratamentos.

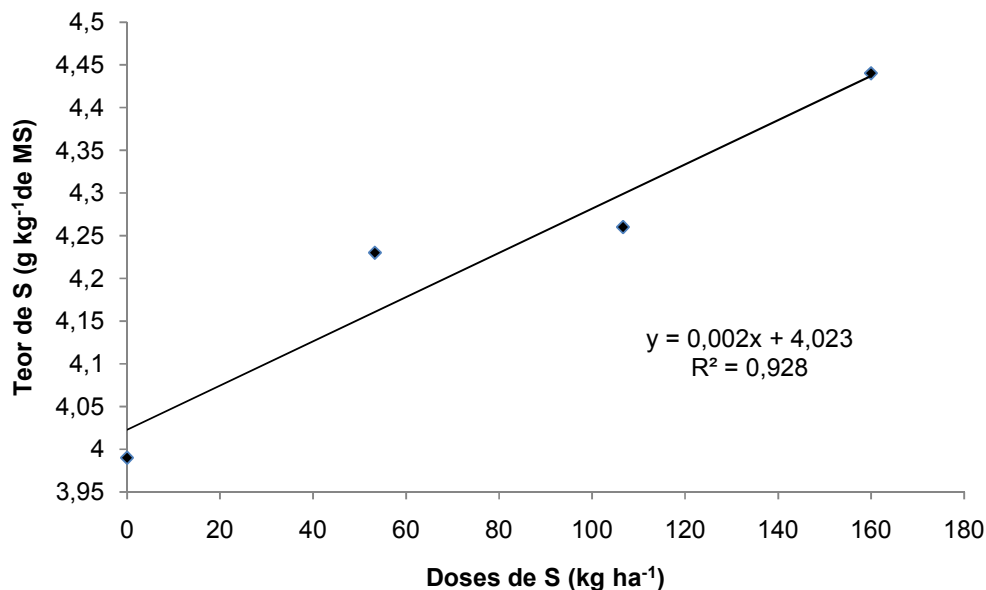
Figura 1- Teores foliares de magnésio em couve-de-folha cultivada em diferentes doses de enxofre em cobertura. São Manuel, 2016.



Pela análise de regressão, o teor de enxofre foliar da couve-de-folha registrou aumento linear até a maior dose avaliada:  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 2). No entanto, mesmo na ausência de S em cobertura (dose 0), não foi observada anomalia visual nas folhas. Na ausência da adubação de cobertura com o enxofre, o fornecimento via gessagem ou composto orgânico, ou os dois produtos juntos, além do enxofre já presente no solo, foram suficientes para suprir as exigências das plantas nesse nutriente e, provavelmente, ocorreu absorção de luxo nas maiores doses (Figura 2). Comparando com nitrogênio, a relação N:S foi 8,6:1. Esta se mostrou adequada

conforme Cantarella e Montezano (2010), que citaram que nos tecidos vegetais a proporção desses dois nutrientes variam entre 8:1 a 15:1.

Figura 2- Teores foliares de enxofre em couve-de-folha cultivada em diferentes doses de enxofre em cobertura. São Manuel, 2016.



A ordem decrescente dos teores foliares dos macronutrientes em folhas de couve-de-folha foi: K > N > Ca > Mg > S > P, sendo o potássio o nutriente mais extraído, e o enxofre sendo superior ao fósforo e muito próximo ao teor de magnésio. Este resultado foi semelhante ao estudo com folhas de repolho, onde Correa, Cardoso e Claudio (2013) observaram a seguinte ordem de macronutrientes: K > N > S > Ca > P > Mg, e Aquino et al. (2009) obtiveram a seguinte ordem: K > N > Ca > S > P > Mg. Na couve-flor (inflorescência), a ordem decrescente foi N > K > Ca > S > Mg > P (CASTOLDI et al., 2009), e para folha, caule e inflorescência N > K > Ca > S > P > Mg (TAKEISHI; CECÍLIO FILHO; OLIVEIRA, 2009); sendo que nestes trabalhos, o enxofre foi superior ao fósforo e magnésio. Em sementes de brócolis (MAGRO; CARDOSO; FERNANDES, 2009) e couve-flor (CARDOSO et al., 2016), o S foi o segundo nutriente mais encontrado. Considerando-se a mesma espécie botânica, *B. oleracea*, percebe-se que a ordem, apesar de ser semelhante, não é a mesma. Às vezes a diferença pode ser por comparar órgãos diferentes, como folhas, inflorescências ou sementes. Outras vezes, pode ter influência pela

idade do órgão e a mobilidade dos nutrientes. Por exemplo, na pesquisa de Cardoso et al. (2016) o cálcio foi o nutriente com maior teor nas folhas. No entanto, as análises foram feitas no final do ciclo, após a colheita das sementes. Deste modo, os nutrientes normalmente mais acumulados nas folhas jovens, N e K, já tinham sido parcialmente translocados para os frutos e sementes, e o Ca, pouco móvel na planta, permaneceu nas folhas. Portanto, as informações sobre teor foliar de macronutrientes pelas plantas são muito importantes para o manejo adequado da adubação, visando melhor aproveitamento dos nutrientes aliado ao menor custo de produção. No entanto, todo o contexto tem que ser analisado cuidadosamente. Na presente pesquisa, todos os nutrientes presentes nas folhas são exportados do campo e necessitam de reposição.

### 3.4 CONCLUSÕES

O enxofre aplicado em cobertura não altera os teores foliares dos macronutrientes N, P, K e Ca em couve-de-folha cultivada com composto orgânico e gesso, enquanto para o teor de enxofre obteve-se aumento linear e para o magnésio ocorre diminuição do teor foliar.

A ordem decrescente dos teores de macronutrientes em folhas comerciais de couve-de-folha foi  $K > N > Ca > Mg > S > P$ .

### 3.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B. V.; GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, 2011.
- ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 595-646.
- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; LÉLIS, M. M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F. Produção de biomassa, teor e exportação de macronutrientes em plantas de repolho em função de doses de nitrogênio e de espaçamentos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1295-1300, 2009.
- CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI-Brasil, 2010. p. 5-46.

- CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R.; NAKADA-FREITAS, P. G.; MAGRO, F. O.; TAVARES, A. E. B. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 196-201, 2016.
- CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, v.27, n. 4, p. 438-446, 2009.
- CORREA, C. V.; CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. T. R. Produção de repolho em função de doses e fontes de potássio em cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2129-2138, 2013.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – **FAOSTAT** - 2014. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 16 nov. 2017.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** – Sistema de Análise de Variância. Versão 5. 3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: Couves e Plantas relacionadas. In:\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. p. 279-299.
- FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A.; GARCIA, R. A. Efeito da calagem e sulfato de amônio no algodão. II – Concentração de cátions e ânions na solução do solo e absorção de nutrientes pelas plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 433-442, 2006.
- HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, I. S.; WHITE, P. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, P., (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. New York: Elsevier, 2012. p. 135-189.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da Produção Paulista**. 2016. Disponível em:< [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em 15 nov. 2017.
- MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Acúmulo de nutrientes em sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. **Cultivando o Saber**, v. 2: 49-57, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3ª Ed. Australia: Elsevier, 2012. 651p.
- PRADO, R. C. **Resenha climatológica** (1971 a 2006). São Manuel-SP. 2013. Disponível em:< <http://www.fca.unesp.br/#!/instituicao/departamentos/solos-recursos-ambientais/sra/estacao-meteorologica/resenha-climatologica/>>. Acesso em: 31 mai. 2017
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- RAIJ, B. V. **Gesso na agricultura**. Informações Agronômicas, n. 122, p-26-27, 2008. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B85CBF8A11ADF43E83257A90007E3924/\\$FILE/Page26-27-122.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B85CBF8A11ADF43E83257A90007E3924/$FILE/Page26-27-122.pdf)>. Acesso em 09 nov. 2017.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

- TAKEISHI, J.; CECÍLIO FILHO, A. B.; OLIVEIRA, P. R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor 'Verona'. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2009.
- TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M.C.(Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. (Boletim IAC, nº 100). p. 155-186.
- TRANI, P. E.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO A.; TIVELLI, S. W. Couve de folha (*Brassica oleracea* L. var. acephala). In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; et al. (Eds.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. (Boletim IAC, n.º 200). p. 159-161. Disponível em: <file:///C:/Users/user10/Downloads/boletim200\_iac.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2017.
- TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F.; PRELA-PANTANO, A.; TEIXEIRA, E. P.; ARAÚJO, H. S.; FELTRAN, J. C.; PASSOS, F. A.; FIGUEIREDO, G. J. B.; NOVO, M. C. S. S. **Couve de folha: do plantio à pós-colheita**. Campinas: Instituto Agronômico, 2015. (Série Tecnologia Apta. Boletim Técnico IAC, 214). 36 p. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_online/pdf/BoletimTecnico214.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/BoletimTecnico214.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- VELOSO, C. A. C.; SOUZA, F. R. S.; PEREIRA, W. L. M.; TENÓRIO, A. R. M. Relações cálcio, magnésio e potássio sobre a produção de matéria seca de milho. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 193-204, 2001.
- VITTI, G. C.; HEINRICHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística. In: YAMADA, T.; STIPP e ABDALLA, R.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, SP: IPNI Brasil, 2007. p. 109-160.
- WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Calcium in plants. **Annals of Botany**, v. 92, n. 4, p. 487-511, 2003.
- ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 110-117, 2007.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além do melhoramento genético, os sistemas de produção em hortaliças, e especificamente em couve-de-folha, assim como os insumos utilizados pelos produtores, evoluiu ao longo dos anos. Neste aspecto, a nutrição também necessita acompanhar os avanços desta cadeia produtiva.

No caso deste trabalho, os estudos com aplicação do enxofre podem ser estendidos no sentido de se estudar um tratamento testemunha, o que geraria mais informações para afirmar que a couve-de-folha não necessita de enxofre na adubação.

Com relação à adubação orgânica em couve-de-folha, poderiam ser avaliadas doses de composto orgânico, e fontes de fertilizantes orgânicos. Aliado a isto poderiam ser estudados diferentes espaçamentos de plantio, visando melhorar a absorção de água e nutrientes, e conseqüentemente custo menor de produção.

Para a utilização da gessagem, poderia avaliar por um período maior a produção desta hortícola e caracterizar os macronutrientes no solo em profundidades de 0 a 20 cm, como também de 20-40 cm e 40-60 cm. Aproveitando o mesmo experimento, o gesso poderia ser avaliado em conjunto com a calagem.

Outro tema a ser avaliado seria um estudo sobre o efeito do enxofre, gesso e composto orgânico aplicado juntos ou separados no metabolismo secundário da couve-de-folha. Além disso, realizar uma análise de custo x benefício destes tratamentos em nível de campo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K. **Comportamento de cultivares de couve-flor sob sistema de plantio direto e convencional em fase de conversão ao sistema orgânico**. 2004. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- BALKAYA A; YANMAZ R. Promising kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) populations from Black Sea region, Turkey. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 33, n. 1, p. 1-7, 2005.
- DEMATTE, J. L. I. Ação do gesso e do calcário na relação cálcio: magnésio do solo e na produtividade da cana-de-açúcar. **Informações agronômicas**, Piracicaba, n. 136, 2011. 16 p.
- DIXON, G. R. Postharvest Quality and Value. In: \_\_\_\_\_. **Vegetable Brassicas and related crucifers**. (Crop production science in horticulture series, n.14). Wallingford. CABI, 2006. p. 243-276.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – **FAOSTAT** - 2014. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 16 mai. 2017.
- FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas: Couves e Plantas relacionadas. In: \_\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. p. 279-299.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da Produção Paulista**. 2016. Disponível em:< [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em 15 mai. 2017.
- KIEHL, E. J. **Novo Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Degaspari, 2010. 248 p.
- MELLO, B. C. B. S.; PETRUS, J. C. C.; HUBINGER, M. D. Desempenho do processo de concentração de extratos de própolis por nanofiltração. **Food Science and Technology**, v. 30, n.1, p. 166-172, 2010.
- MORENO, D. A.; CARVAJAL, M.; LOPEZ-BERENGUER, C. L.; GARCIA-VIGUERA, C. Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, p.1508-22, 2006.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.
- RAMOS, B. Z.; TOLEDO, J. P. V. F.; LIMA, J. M.; SERAFIM, M. E.; BASTOS, A. R. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; COSCIONE, A. R. Doses de gesso em cafeeiro: influência nos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH na solução de um Latossolo vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1018-1026, 2013.
- SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Banco de dados agregados: produção agrícola municipal**. 2015. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em 30 mai. 2017.
- SOUZA, P. H. M.; SOUZA, M. H. N.; MAIA, G. A. Componentes Funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, v. 37, p. 127-135, 2003.
- VITTI, G. C.; HEINRICHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística. In: YAMADA, T.; STIPP e ABDALLA, R.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, SP: IPNI Brasil, 2007. p. 109-160.