

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FONTES DE FÓSFORO E SATURAÇÃO POR BASES NO SOLO NO CULTIVO DE  
ALHO VERNALIZADO LIVRE DE VÍRUS**

**CAMILA PAULA ROSSETTO PESCATORI JACON**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP–Câmpus  
de Botucatu para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP  
Fevereiro – 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FONTES DE FÓSFORO E SATURAÇÃO POR BASES NO SOLO NO CULTIVO DE  
ALHO VERNALIZADO LIVRE DE VÍRUS**

**CAMILA PAULA ROSSETTO PESCATORI JACON**

**Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP–Câmpus  
de Botucatu para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU – SP  
Fevereiro – 2013.

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

Jacon, Camila Paula Rossetto Pescatori, 1975-  
J17f Fontes de fósforo e saturação por bases no solo no cultivo de alho  
vernalizado livre de vírus / Camila Paula Rossetto Pescatori. - Botucatu :  
[s.n.], 2013  
vii, 71 f. : foto color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013  
Orientador: Dirceu Maximino Fernandes  
Inclui bibliografia

1. Alho. 2. Alho - Adubação. 3. Calagem dos solos. 4. Fertilizantes fosfatados. 5.  
Nutrientes. 6. Antioxidantes. 7. *Allium sativum*. I. Fernandes, Dirceu  
Maximino. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**

**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “FONTES DE FÓSFORO E SATURAÇÃO POR BASES NO SOLO NO CULTIVO DE ALHO VERNALIZADO LIVRE DE VÍRUS”**

ALUNA: CAMILA PAULA ROSSETTO PESCATORI JACON

ORIENTADORA: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. SHÍZUO SENO

Data da Realização: 21 de fevereiro de 2013.

*DEDICO*

*Ao meu marido André,  
aos meus filhos Caroline e Felipe  
e à minha família.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela presença constante em minha vida, sem Ele nada seria possível.

Ao meu marido André pela paciência, compreensão e, sobretudo pelo amor. Sem seu apoio eu não conseguiria.

Aos meus filhos por darem sentido à minha vida, enchendo-a de carinho, amor e alegria.

A meus pais por me ensinarem os verdadeiros valores e serem exemplos em minha vida.

Aos meus irmãos Gustavo e Ana Letícia e a toda minha família pela alegria da convivência.

Ao professor Dirceu Maximino Fernandes não só pela orientação, mas pela paciência, compreensão, confiança e pelo exemplo de dedicação. Agradeço imensamente!

Ao professor Roberto Lyra Villas Bôas por confiar em mim e me incentivar sempre.

Ao professor Leonardo Theodoro Büll pela confiança e apoio.

Ao professor Júlio Nakagawa por compartilhar seus inestimáveis conhecimentos e apoiar a condução deste trabalho.

À professora Giuseppina P. P. Lima pela paciência e pelo auxílio nas análises bioquímicas.

À professora Romy Goto pelo apoio.

Ao grupo Genove Agronegócios Ltda., em especial ao Eng. Agrônomo Isao Imaizumi pelo apoio na condução do experimento.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, em especial ao programa de pós-graduação em Agronomia – Horticultura pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

Aos professores e funcionários do Deptº de Solos e Recursos Ambientais pela colaboração.

Aos funcionários da biblioteca pela colaboração e atenção.

Aos amigos do laboratório de Bioquímica, Sérgio, Leysimar, Raquel, Kelly, Josi, pelo apoio nas análises e pela companhia.

Aos amigos curso de pós-graduação, em especial Camila, Livia, Aline, Keiko, Jairo, Marina, Kelly e Essione pelo apoio e amizade.

À estagiária Juliana pelo apoio.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	VII
RESUMO .....	1
SUMMARY .....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. A Cultura do Alho.....	5
2.1.1. Origem e Classificação.....	5
2.1.2. Características botânicas.....	5
2.1.4. Alho vernalizado livre de vírus .....	6
2.2. Consumo de alho e compostos antioxidantes.....	7
2.2.1. Compostos Fenólicos.....	8
2.3. Nutrição na cultura do alho .....	9
2.3.1. Correção da acidez do solo .....	12
2.3.2. Adubação fosfatada .....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	16
3.2. Caracterização do solo utilizado .....	16
3.3. Tratamentos e delineamento experimental.....	17
3.4. Implantação e condução do experimento .....	18
3.5. Avaliações .....	20
3.5.1. Análise química de solo.....	20
3.5.2. Comprimento das plantas .....	20
3.5.3. Número de folhas.....	21
3.5.4. Circunferência da haste.....	21
3.5.5. Teor e acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea .....	21
3.5.6. Massa, classificação e porcentagem de perda de água dos bulbos.....	21
3.5.7. Índice de formato de bulbo.....	22
3.5.8. Acúmulo de macro e micronutrientes nos bulbos .....	22
3.5.9. Teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante .....	22
3.6. Análise Estatística .....	23

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1. Análise química do solo após a aplicação dos tratamentos .....	24
4.2. Avaliações na fase de diferenciação.....	26
4.2.1. Comprimento das plantas .....	26
4.2.2. Número de folhas.....	27
4.2.3. Circunferência da haste.....	28
4.2.4. Teor de nutrientes na parte aérea .....	29
4.2.5. Acúmulo de nutrientes na parte aérea .....	34
4.3. Avaliações no momento da colheita.....	40
4.3.1. Número de folhas total e número de folhas verdes .....	40
4.3.2. Massa média de bulbo .....	42
4.4. Avaliações após a cura .....	43
4.4.1. Massa média de bulbo .....	43
4.4.2. Índice de formato de bulbo.....	44
4.4.3. Classificação dos bulbos.....	45
4.4.4. Perda de água durante o processo de cura.....	46
4.4.5. Acúmulo de nutrientes nos bulbos .....	47
4.5. Análises bioquímicas.....	51
4.5.1. Atividade antioxidante .....	51
4.5.2. Teor de compostos fenólicos .....	52
5. CONCLUSÃO.....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Trabalhos realizados no Brasil sobre nutrição sem utilizar alho livres de vírus .....	10
Tabela 2. Trabalhos realizados no Brasil sobre nutrição em alho livre de vírus.....	12
Tabela 3. Resultado de análise física, composição granulométrica e textura do solo proveniente de Santa Juliana – MG.....	17
Tabela 4. Resultado da análise química inicial do solo proveniente de Santa Juliana – MG...	17
Tabela 5. Resultado da análise do calcário utilizado no experimento.....	18
Tabela 6. Resultado da análise química dos adubos fosfatados utilizados no experimento.....	18
Tabela 7. Descrição dos tratamentos: níveis de saturação por bases e combinação de adubos fosfatados.....	18
Tabela 8. Resultado da análise do composto orgânico utilizado no experimento.....	19
Tabela 9. Classificação de bulbos de alho segundo o maior diâmetro transversal.....	22
Tabela 10. Resultado da análise de solo após a aplicação dos tratamentos. ....	25
Tabela 11. Teor de nutrientes na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação. ....	30
Tabela 12. Acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.....	34
Tabela 13. Acúmulo de nutrientes nos bulbos de alho após a cura. ....	48

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Corte transversal do bulbo na fase inicial da diferenciação, início da formação dos bulbilhos.....	20
Figura 2. Média do comprimento das plantas de alho na fase de diferenciação..	26
Figura 3. Média do número total de folhas por planta de alho na fase de diferenciação..	27
Figura 4. Número de folhas verdes na fase de diferenciação.	28
Figura 5. Média da circunferência da haste das plantas de alho na fase de diferenciação.....	28
Figura 6. Teores de P (a), S (b), B (c) e Mn (d) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.....	31
Figura 7. Teor de Mg na parte aérea na fase de diferenciação.	33
Figura 8. Teor de Zn na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.....	33
Figura 9. Acúmulo de P (a) e K (b) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.....	36
Figura 10. Acúmulo de Ca (a), Mg (b) e S (c) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.....	37
Figura 11. Acúmulo de B (a), Cu (b), Mn (c) e Zn (d) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.	39
Figura 12. Média do número de folhas por planta de alho na fase de colheita para cada fonte de P.....	41
Figura 13. Média do número de folhas verdes por planta de alho na fase de colheita.....	42
Figura 14. Média de massa de bulbo de alho na colheita.....	42
Figura 15. Média de massa de bulbo de alho após a cura.	43
Figura 16. Média do índice de formato de bulbo de alho.....	44
Figura 18. Porcentagem de distribuição dos bulbos de alho após a cura nas classes 4, 5 e 6. Classificação segundo a portaria nº 242, de 17 de dezembro de 1992 do Ministério da Agricultura.....	46
Figura 19. Porcentagem de perda de água pelos bulbos de alho durante o processo de cura.	47
Figura 20. Acúmulo de Cu nos bulbos de alho após a cura.....	49
Figura 21. Acúmulo de B (a) e Zn (b) nos bulbos de alho após a cura	50
Figura 22. Atividade antioxidante (DPPH) em $\mu\text{m g}^{-1}$ de matéria fresca (equivalente TEAC) nos bulbilhos de alho após a cura..	51
Figura 23. Teor de fenóis totais ( $\text{mg g}^{-1}$ de matéria seca) nos bulbilhos de alho após a cura..	52

## RESUMO

A produção de alho em regiões de cerrado, com solos ácidos, pobres em fósforo e elevada fixação desse nutriente, demanda aplicações de adubos fosfatados e corretivos de acidez de forma adequada. Com o objetivo de verificar o efeito de níveis de saturação por bases e combinações de fontes de fósforo no solo, em alho vernalizado livre de vírus, foi conduzido experimento em casa de vegetação no Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP, utilizando-se vasos com 13 L de solo oxídico oriundo da região de Santa Juliana/MG. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial com três níveis de saturação por bases (50, 65 e 80%) e três combinações de fontes de fósforo (superfosfato simples, superfosfato simples+termofosfato 1 e superfosfato simples+termofosfato 2). Os níveis de saturação por bases e/ou a combinação de fontes de fósforo influenciaram o número total de folhas por planta, o teor e acúmulo de nutrientes na parte aérea no momento da diferenciação, a massa e acúmulo de nutrientes nos bulbos, a atividade antioxidante e o teor de fenóis totais nos bulbilhos.

**Palavras-chave:** *Allium sativum*, adubação fosfatada, calagem, nutrição, qualidade, atividade antioxidante.

PHOSPHORUS SOURCES COMBINATION AND SOIL BASE SATURATION IN VERNALIZED VIRUS-FREE GARLIC GROWTH. Botucatu, 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

Author: CAMILA PAULA ROSSETTO PESCATORI JACON

Adviser: DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

## SUMMARY

Garlic yield in “cerrado” soils which are acid, poor in phosphorus and high in this nutrient fixation, requires applications of phosphate fertilizers and soil acidity correctives adequately. In order to evaluate the effect of soil base saturation levels and phosphorus sources combinations in vernalized virus-free garlic, this experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Soil and Environmental Resources - FCA / UNESP, using pots containing 13 L of oxidic soil coming from Santa Juliana/MG. The experiment was arranged in a randomized block design, with four replications, in split-plot scheme, with three levels of soil base saturation (50, 65 and 80%) and three phosphorus sources combinations (single superphosphate, single superphosphate + thermophosphate 1, single superphosphate + thermophosphate 2). Soil base saturation levels and/or phosphorus sources combinations affected the total number of leaves per plant, nutrients content and accumulation in the shoot in differentiation phase, bulbs weight and nutrient accumulation, antioxidant activity and total phenols compounds contents in cloves.

Keywords: *Allium sativum*, phosphate fertilization, liming, nutrition, quality, antioxidant activity.

## 1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum*L.) é uma hortaliça de elevada importância econômica e social no Brasil, devido à área plantada e à grande necessidade de mão-de-obra. Em 2011 o Brasil produziu 118.871 t, em uma área de aproximadamente 11.127 ha, já a China, maior produtor mundial, na safra 2009 produziu 17.967.857 t (AGRIANUAL, 2012). A produtividade média brasileira é de aproximadamente 10,7 t ha<sup>-1</sup>, menos da metade da produtividade na China que é de 23 t ha<sup>-1</sup>.

É uma planta rica em amido e substâncias aromáticas sendo amplamente utilizada como condimento e remédio desde a antiguidade em muitos países. As propriedades medicinais do alho são conhecidas a milhares de anos e estão relacionadas com suas propriedades antimicrobianas e seu poder antioxidante, devido à presença de compostos fenólicos e organosulfurados em sua composição.

A época de plantio varia de região para região devido às diferenças climáticas. A propagação ocorre vegetativamente, ocasionando acúmulo de patógenos, principalmente vírus, que são perpetuados pelos bulbos de um ciclo de produção para outro. A técnica da cultura de tecidos tem sido utilizada com bastante eficiência para essa cultura, visando obtenção de plantas parcial ou totalmente livres de vírus que apresentam comportamento vegetativo e produtivo completamente diferente daquelas infectadas.

A produtividade da cultura depende, entre outros fatores, da correção do solo, pois é pouco tolerante à acidez, e do adequado suprimento de nutrientes. Apesar da importância da correção do solo poucos os trabalhos foram publicados sobre o assunto, principalmente utilizando alho livre de vírus.

O fósforo, apesar de ser extraído em menor quantidade que outros macronutrientes, quando aplicado ao solo oferece melhores respostas quanto à produtividade e tamanho do bulbo. As fontes de fósforo apresentam diferenças quanto à disponibilidade do nutriente. Além disso, os termofosfatos interferem na reação do solo pois apresentam ação neutralizante da acidez devido à presença do ânion silicato em sua composição. Na literatura existem alguns trabalhos sobre adubação fosfatada em alho livre de vírus, porém ainda não há consenso em relação às doses e fontes de P que proporcionem maiores ganhos na produtividade da cultura do alho tendo sido observadas diferentes respostas dependendo do tipo de solo e da sua fertilidade.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar níveis de saturação por bases e combinações de fontes de fósforo no solo em características de planta, teor e acúmulo de nutrientes, teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante em alho vernalizado livre de vírus.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A Cultura do Alho**

#### **2.1.1. Origem e Classificação**

O alho (*Allium sativum*L.) teve origem em regiões temperadas da Ásia Central (MENEZES SOBRINHO, 1978). Acredita-se que tenha sido levado para o Egito por tribos asiáticas nômades e dali tenha seguido para o extremo oriente através das rotas do comércio com a Índia, tendo depois chegado à Europa. Provavelmente o alho chegou ao Brasil junto com os descobridores.

#### **2.1.2. Características botânicas**

O alho é uma planta monocotiledônea pertencente à família Alliaceae, gênero *Allium*. Apresenta cerca de 50 cm de altura, folhas cerosas, estreitas e alongadas. As bainhas das folhas formam um pseudocaule curto cuja parte inferior é um bulbo. O caule verdadeiro é um disco comprimido de onde saem as folhas e raízes. O sistema radicular pouco ramificado, porém algumas raízes ultrapassam a profundidade de um metro (FILGUEIRA, 2000).

A parte utilizada é o bulbo, composto por bulbilhos, ricos em amido e substâncias aromáticas sendo amplamente utilizado como condimento e remédio desde a antiguidade em muitos países (FILGUEIRA, 2000).

As cultivares de alho podem ser reunidas em três grupos: precoces, medianas e tardias em função do comprimento do ciclo e das exigências de fotoperíodo e temperatura. As cultivares tardias são também chamadas de “nobres”, sendo mais exigentes em fotoperíodo (mínimo de 13 horas) e frio (baixas temperaturas para bulbificação) (FILGUEIRA, 2000). Seu cultivo no Centro-Sul do Brasil só é possível aplicando-se a vernalização, que consiste em armazenar os bulbos inteiros em câmaras frias com temperaturas de 3 a 4°C e umidade de 70 a 80% por um período de 40 a 55 dias (SOUZA et al., 2011). Assim, suas exigências agroclimáticas são alteradas, reduzindo o ciclo e possibilitando a produção de bulbos comercializáveis nessa região (FILGUEIRA, 2000).

### **2.1.3. Importância e produção no Brasil**

Segundo levantamento do IBGE (2011), a região Sul do Brasil é a maior em área plantada de alho, 5.168 ha, porém a produtividade nessa região, 7.311 kg ha<sup>-1</sup>, é menor que nos estados de Minas Gerais (MG) e Goiás (GO), que apresentam produtividade de 11.323 e 12.435 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Os estados de MG e GO são responsáveis por aproximadamente 55% da produção nacional de alho, em uma área de cultivo que representa aproximadamente 40% da área cultivada com a cultura no país. Segundo o Agriannual (2012), o Brasil produz 118.871 t em, aproximadamente, 11.127 ha.

Bons produtores têm obtido produtividades de até o dobro da média nacional, 10,71 t ha<sup>-1</sup> indicando que a produtividade brasileira ainda se encontra abaixo do potencial que as cultivares utilizadas possuem (RESENDE & CECÍLIO FILHO, 2009).

### **2.1.4. Alho vernalizado livre de vírus**

Para que ocorra a formação dos bulbos é necessária a interação entre fotoperíodo, temperatura e cultivar. O estímulo para bulbificação requer dias longos e baixas temperaturas, já na fase final de desenvolvimento e maturação, temperaturas mais elevadas são interessantes (JONES & MANN, 1963; PAVAN, 1998).

O uso da técnica da vernalização que consiste em armazenar o alho-semente a temperatura de 3 a 5°C por 40 a 60 dias, possibilita o plantio de cultivares nobres em regiões que não atendem suas exigências climáticas (MACÊDO et al., 2009).



O alho é propagado vegetativamente o que pode levar ao acúmulo de patógenos, principalmente vírus, que são perpetuados pelos bulbos de um ciclo de produção para outro. A técnica da cultura de tecidos tem sido utilizada com bastante eficiência para essa cultura, visando obtenção de plantas parcial ou totalmente livres de vírus (CÂMARA, 1988; PETERS et al., 1989).

Observa-se que seu comportamento vegetativo e produtivo é completamente diferente daquelas infectadas (WALKEY e ANTILL, 1989 e GARCIA, PETERS e CASTRO, 1989). Plantas de alho livres de vírus apresentam maior capacidade produtiva quando comparadas à produção de alho infectado, alho-semente do produtor. Pavan (1998) com a utilização de alho-semente livre de vírus para as cultivares Caçador e Quitéria, obteve aumento na produção de 67 e 71%, respectivamente.

A presença de vírus nas plantas ocasiona distúrbios nas funções das células afetando a síntese de proteínas, inibindo a fotossíntese, o transporte de assimilados, a ação de reguladores de crescimento e a redução da produção (GIBBS & HARRISON, 1979), sendo que muitas dessas funções envolvem direta ou indiretamente os nutrientes minerais.

Plantas de alho livres de vírus apresentam maior capacidade produtiva quando comparadas à produção de alho infectado, sendo assim, seu manejo também deve ser diferenciado. O uso da cultura de meristemas para eliminação de vírus na cultura do alho proporciona aumentos significativos de vigor vegetativo (WALKEY & ANTILL, 1989; REZENDE et al., 1995), na produtividade e qualidade dos bulbos (WALKEY & ANTILL, 1989; BARNI & GARCIA, 1994; REZENDE et al., 1995). No entanto, a exigência nutricional do alho multiplicado pela cultura de tecidos ainda é pouco conhecida.

## **2.2. Consumo de alho e compostos antioxidantes**

Foram identificadas no alho cerca de 30 substâncias com potencial efeito terapêutico no alho (ALMEIDA & SUYENAGA, 2009).

Além disso, apresenta propriedades antioxidantes, atribuídas aos compostos fenólicos (MIEAN & MOHAMED, 2001; LANZOTTI, 2006) e aos compostos orgassulfurados. Os compostos antioxidantes quando ingeridos através da dieta podem inativar a ação de radicais livres presentes no organismo.

Estes radicais podem ser gerados por processos biológicos ou por fontes exógenas como poluição, anestésicos, radiação, entre outros. São átomos ou moléculas altamente reativos que prejudicam as funções fisiológicas normais do organismo, podem promover a oxidação do DNA, proteínas e lipídeos, estando envolvidos com o envelhecimento e com diversas doenças, incluindo o câncer, doenças cardiovasculares e degenerativas (RICHARDSON, 1993; BOREK, 1997).

Dietas baseadas em vegetais e frutas fornecem grandes quantidades de compostos antioxidantes que oferecem proteção contra danos celulares (DIMITRIOS, 2006).

Os compostos presentes no alho têm sido reconhecidos como agentes de prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares e metabólicas como a aterosclerose, trombose, hipertensão, diabetes, além dos efeitos antiinflamatórios, antimicrobianos e anticâncer. Muitos desses efeitos podem ser relacionados com suas atividades antioxidantes (AGARWAL, 1996; MIRON et al., 2002).

O alho pode ser considerado um dos melhores alimentos para prevenção de doenças com base em seus efeitos potenciais (AMAGASE, 2006). Sabe-se que seu consumo é benéfico à saúde, porém não há consenso quanto à quantidade que deve ser consumida (MARCHIORI, 2003). A American Dietetic Association indica o consumo de 600 a 900 mg de alho/dia. Segundo Marchiori (2003) essas quantidades equivalem a aproximadamente 1 dente de alho cru.

O tipo e a concentração dos compostos presentes no alho dependem entre outros fatores, das práticas de cultivo, e condições de processamento, armazenamento e manipulação (ALMEIDA & SUYENAGA, 2009).

### **2.2.1. Compostos Fenólicos**

Os compostos fenólicos são uma classe de fotoquímicos amplamente distribuídos na natureza, sendo produtos do metabolismo secundário das plantas. (HAGERMAN, 1997). Esses compostos podem abranger desde moléculas simples como os ácidos fenólicos como moléculas bastante complexas e polimerizadas como os taninos (QUEIROZ, 2010). Atuam como captadores eficientes de radicais livres e algumas vezes como quelantes de metais (SHAHIDI et al., 1992).

O alho apresenta compostos fenólicos como os flavonóidesquercetina, apigenina e miricetina (EGEN et al., 1992; BOREK, 2001; MIEAN & MOHAMED, 2001; NUTILLA et al., 2003; LANZOTTI, 2006).

Foi classificado em segundo lugar pelo conteúdo de compostos fenólicos totais entre 23 vegetais mais comumente consumidos, ficando na 17ª colocação quanto ao consumo per capita (VINSON et al., 1998).

O teor de compostos fenólicos pode variar entre cultivos da mesma espécie. Sua formação é variável em função dos fatores genéticos, ambientais, variedade, nível de maturidade, processamento e armazenamento (PELLEG et al., 1991; MAZZA, 1995; KRIS-ETHERTON et al., 2002).

Análises mostraram que o genótipo e o local de cultivo explicam 35% e 1%, respectivamente da variação no conteúdo de fenóis totais em amostras de alho, sendo que a maior contribuição para a variação total (58%) foi devida à interação entre o genótipo e o local de plantio (BEATO, et al., 2011).

### **2.3. Nutrição na cultura do alho**

As doses e o modo de aplicação dos nutrientes podem influenciar seus efeitos no crescimento e na produtividade da cultura do alho (BÜLL et al., 2004). A adubação adequada deve ser suficiente para obtenção de alta produção evitando o excesso que poderia induzir distúrbios na cultura, como por exemplo, o pseudoperfilhamento (NAKAGAWA, 1993; FILGUEIRA, 2000) e o aumento da incidência de viroses (RESENDE et al., 2000).

A extração de nutrientes pelo alho apresenta uma relação direta com o desenvolvimento da planta e as plantas obtidas por cultura de tecido (livres de vírus) mostraram-se mais exigentes em nutrientes que as propagadas de forma convencional (Rezende et al., 1999). Diversos processos são afetados pela presença de vírus nas plantas: fotossíntese, transporte de assimilados, crescimento, produção, entre outros (GIBBS & HARRISON, 1979), havendo envolvimento dos nutrientes minerais em muitos deles. Dessa forma, as respostas obtidas nos experimentos realizados com alho infectado tendem a ser diferentes daquelas onde se utiliza alho livre de vírus.

Foram realizados diversos trabalhos sobre nutrição e adubação em alho (Tabela 1), porém os trabalhos utilizando alho livre de vírus ainda são poucos (Tabela 2).

Tabela1. Trabalhos realizados no Brasil sobre nutrição sem utilizar alho livres de vírus

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Assunto/trabalho</b>
COUTO	1961a	Doses de B e N
COUTO	1961b	Efeito do N, P e K
COUTO	1965	Sintomas de deficiência de nutrientes
BERNARDI et al.	1966	Adubação NPK e micronutrientes
SILVA et al.	1970	Absorção de nutrientes
AMARAL et al.	1971	Localização de fertilizantes
SCALOPI et al.	1971	Irrigação e adubação nitrogenada
VASCONCELOS et al.	1971	Irrigação, adubação nitrogenada e superbrotamento
KLAR et al.	1972	Umidade e N em cobertura
NOVAIS & MENEZES SOBRINHO	1972	B, Mo e Zn
COSTA & ARRUDA	1973	Adubação na cultura do alho
MENEZES SOBRINHO et al.	1973a	Adubação nitrogenada e cobertura morta
MENEZES SOBRINHO et al.	1974	Doses de N
NOVAIS et al.	1974	Adubação nitrogenada e cobertura morta
FERRARI & CHURATA-MASCA	1975	Adubação nitrogenada e boro
SOTOMAYOR	1975	Adubação nitrogenada
MINARDI	1978	Adubação e calagem
FERREIRA et al.	1979	Adubação fosfatada e calagem
MAGALHÃES et al.	1979	Nutrientes limitantes em solo de cerrado
MENEZES SOBRINHO et al.	1979	Níveis e formas de Ca em solo de cerrado
MACHADO et al.	1979a	Adubação fosfatada
MACHADO et al.	1979b	Níveis e época de aplicação de N e adição de B e S
SANTOS	1980	Fontes e níveis de N
SILVA et al.	1981	Absorção de nutrientes
PEIXOTO & FILGUEIRA	1983	Níveis de B
LIMA et al.	1984	Matéria orgânica
MAKSoud et al.	1984	Efeito da adubação na qualidade e produtividade
MORAES	1985	Fontes de N, bórax, sulfato de Mg e sulfato de Zn
RUIZ	1985	Variação sazonal de macro e micronutrientes nas folhas
MAGALHÃES	1986	Nutrição mineral do alho
MORAES & LEAL	1986	Níveis e época de aplicação de N
NAKAGAWA et al.	1986	Micronutrientes
NOGUEIRA et al.	1986	Parcelamento da adubação nitrogenada
PAULA et al.	1986	Calagem
SUMI et al.	1986	Cobertura morta e doses de superfosfato simples
CASTELLANE et al.	1987	Doses de superfosfato simples e cobertura morta
NAKAGAWA et al.	1987	Doses de calcário
PEREIRA	1987	Adubação orgânica
YAMANISHI & CASTELLANE	1987	Efeitos de P, B e Zn
CAMPORA & SAITO	1988	Doses e época de cobertura nitrogenada

JUNQUEIRA & IZIOKA	1988	Adubação nitrogenada
NAKAGAWA et al.	1988	Doses de calcário, fosfogesso e KCl no superbrotamento
HIROSE et al.	1989	Níveis de N
JUNQUEIRA et al.	1989	Fertilizantes nitrogenados em cobertura
NAKAGAWA et al.	1989	Doses de calcário, fosfogesso e KCl no superbrotamento
NOGUEIRA et al.	1989	Gesso, fosfato natural e adubação verde
CASTELLANE et al.	1990	Adubação nitrogenada
IZIOKA	1990	Torta de mamona e N em cobertura
MANGAL et al.	1990	Tolerância a salinidade
SOUZA	1990	Adubação nitrogenada e potássica
NAKAGAWA et al.	1990a	Doses e época de aplicação de K no superbrotamento
NAKAGAWA et al.	1990b	Adubação nitrogenada
NAKAGAWA et al.	1990c	Adubação nitrogenada em cobertura
LISBÃO et al.	1991 <sup>a</sup>	Crescimento e absorção de nutrientes
SOUZA & CASALI	1991	Adubação nitrogenada
TRANI et al.	1992	Efeito do N e K
RESENDE	1992	Adubação nitrogenada e paclobutrazol
BÜLL et al.	1993	Saturação de bases e relações Ca:Mg no solo
BÜLL et al.	1993	Absorção de nutrientes em função da relaçõesCa:Mg
COSTA et al.	1993	Irrigação e doses de nitrogênio
MASCARENHAS et al.	1993	Doses de composto orgânico
RESENDE et al.	1993	Adubação nitrogenada
ABBAS et al.	1994	Adubação nitrogenada e potássica
GARCIA et al.	1994	Adubação nitrogenada
SENO et al.	1994a	Adubação nitrogenada
SENO et al.	1994b	Adubação fosfatada e aplicação de húmus de minhoca
BÜLL & NAKAGAWA	1995	Relação cálcio: magnésio
SENO et al.	1995	P e esterco de curral
BÜLL, et al.	1996	Adubação nitrogenada e potássica
PATEL et al.	1996	Irrigação e adubação nitrogenada
SENO et al.	1996	Doses de fósforo e esterco de galinha
VERMA et al.	1996	Doses de N, P e K
SENO et al.	1997	Dose e época de aplicação de N
NAKAGAWA	1998	Termofosfatos
BÜLL et al.	1998a	Adubação fosfatada e adubação orgânica
BÜLL et al.	1998b	Balanço catiônico e adubação potássica
MELO & OLIVEIRA	1999	Níveis de água e aplicação de esterco
BÜLL et al.	2001	Adubação potássica
RESENDE & SOUZA	2001a	Adubação nitrogenada
RESENDE & SOUZA	2001b	Doses e épocas de aplicação de N
AMORIN et al.	2002	Efeito da salinidade
BÜLL et al.	2002	Adubação nitrogenada e potássica

MARQUELLI et al.	2002	Adubação nitrogenada
LIMA	2005	Medidor de clorofila e adubação nitrogenada
BACKES et al.	2008	Adubação nitrogenada e coloração verde de folhas
BÜLL et al.	2008	Doses de P e Zn

Tabela2. Trabalhos realizados no Brasil sobre nutrição em alho livre de vírus

<b>Autor</b>	<b>Data</b>	<b>Trabalho</b>
RESENDE	1997	Crescimento, absorção de nutrientes e adubação nitrogenada
REZENDE et al.	1999	Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional.
MACHADO	2000	Doses de K
REZENDE et al.	2000	Crescimento e produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de propagação convencional
SILVA et al.	2000	Doses de K e N
RESENDE & SOUZA	2001	Doses e épocas de aplicação de N
CORREA et al.	2003	Adubação química e cobertura morta
VILLAS BÔAS et al.	2003	Uso do clorofilômetro para estimar o teor de clorofila e N
BÜLL et al.	2004	Doses e modos de aplicação de P
ANDRIOLI et al.	2008	Marcha de absorção de nutrientes sob condições de campo no estado de São Paulo; cultivar Roxo Pérola de Caçador.
FERNANDES	2008	Adubação nitrogenada
MACÊDO	2008	Marcha de absorção de nutrientes e produtividade sob doses de N e Mo
SEDOGUCHI	2008	Doses de P, N e K
MACÊDO et al.	2009	Doses de N e Mo
ASSIS	2010	Doses de P, N e K
FERNANDES et al.	2010	Adubação nitrogenada
PETRAZZINI	2010	Doses de Ca, Mg e Si
MACÊDO	2011	Fontes e doses de P
SOUZA et al.	2011	Absorção sob doses de N; cultivar Roxo Pérola de Caçador

### 2.3.1. Correção da acidez do solo

A acidez dos solos é capaz de reduzir o potencial produtivo das culturas em cerca de 40% (QUAGGIO, 2000). Quanto menor a ocupação da CTC do solo por cátions básicos (Ca, Mg, K), mais ácido este será (RAIJ, 1991). Com a acidificação esses cátions são substituídos por alumínio ( $Al^{3+}$ ) e hidrogênio (H). Então, o comprometimento do potencial produtivo ocasionado pela acidez pode ser devido à baixa disponibilidade de nutrientes no solo e à elevada concentração de alumínio em solução.

Assim, a correção da acidez do solo é imprescindível. A calagem favorece o crescimento e desenvolvimento das plantas, além de neutralizar o Al, fornece Ca e Mg, aumenta a disponibilidade de K, Ca, Mg e P, eleva a capacidade de troca catiônica (CTC), aumenta a eficiência da adubação realizada, entre outros benefícios (RESENDE & CECÍLIO FILHO, 2009; MAGALHÃES, 1986). A substância mais utilizada para correção do solo é o calcário. Este libera hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) que reagem com os íons  $\text{H}^+$  da solução do solo resultando em água e precipitam o alumínio na forma de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (RAIJ, 1991).

Nakagawa (1993) cita que na prática a calagem é considerada operação obrigatória e de reconhecida importância, porém são poucos os trabalhos sobre o assunto. Estudos mostram a ação do calcário em vários aspectos da cultura: maior velocidade de brotação, raízes mais profundas e com maior volume, maior massa média de bulbos e manutenção de água nos bulbos (MAGALHÃES, 1986; NAKAGAWA, 1993).

A incorporação do calcário em profundidade também é fator importante (MAGALHÃES, 1986; NAKAGAWA, 1993; FILGUEIRA, 2000), considerando que a profundidade do sistema radicular da cultura concentra-se na camada de até 25 cm, mas pode atingir até 80 cm (MENEZES SOBRINHO, 1978).

Em trabalho realizado com a cultivar Roxo Pérola Caçador (alho não livre de vírus) nos anos de 1985 e 1986, sob índices de saturação por bases, Nakagawa et al. (1987) obtiveram respostas significativas para massa média de bulbo, sendo as maiores massas observadas na saturação por bases de 70%. Büll et al. (1993) trabalhando com a mesma cultivar observaram maior produção de bulbos a 60 e 90% de saturação por bases no solo, superiores à produção com 30%.

Quanto à relação Ca:Mg, Büll & Nakagawa (1995), trabalhando com alho vernalizado não livre de vírus, não encontraram diferença na produção de bulbos entre as relações 1:2,4 e 13,8:1, indicando grande adaptabilidade da cultura em produzir sob diferentes relações Ca:Mg.

A recomendação existente para a cultura é que a calagem deve ser feita para elevar a saturação por bases para 70% (MAGALHÃES, 1986; SOUZA et al., 1999) a 80% (TRANI et al., 1997 e RAIJ et al., 1996). Além disso, sendo o alho exigente em cálcio e magnésio (FILGUEIRA, 2000), a calagem deve garantir teores adequados desses nutrientes (QUAGGIO & RAIJ, 1997), mantendo o teor mínimo de Mg em 9

$\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$  (RAIJ et al., 1996). Porém essas recomendações são, provavelmente, baseadas em trabalhos realizados com alho não livre de vírus.

### 2.3.2. Adubação fosfatada

O P é componente vital para todos os seres vivos, atua nas transformações energéticas de diversos processos da planta como a fotossíntese, respiração, armazenamento e fornecimento de energia, transferência de genes e reprodução (MALAVOLTA et al. 1997; YAMADA & ABDALLA, 2004).

Sua carência ocasiona menor crescimento das plantas. Por estar ligado a processos metabólicos é móvel na planta, ficando concentrado nas áreas mais ativas de crescimento (YAMADA & ABDALLA, 2004), assim, os sintomas de carência aparecem nas folhas mais velhas (MALAVOLTA, 1980; MALAVOLTA et al. 1989), que podem apresentar amarelecimento irregular progredindo do ápice para a base (MAGALHÃES, 1986).

O contato entre o P da solução do solo e a raiz se faz, quase que exclusivamente, por difusão e sua absorção é um processo ativo. É absorvido preferencialmente na forma de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (YAMADA & ABDALLA, 2004; ARAÚJO & MACHADO, 2006), forma predominante no solo na faixa de pH de 4 a 7 (MACÊDO et al., 2011). Em solos com pH alto o P é insolubilizado como fosfato de Ca e em pH baixo é fixado como fosfato de Fe e de Al (LANA et al., 2004).

Dentre as fontes de P disponíveis, os fosfatos solúveis e os termofosfatos, são os mais utilizados na agricultura brasileira (MOREIRA et al., 2002).

O superfosfato simples (SS) é solúvel em água e dissolve-se rapidamente no solo, sendo aplicado principalmente na forma de grânulos para diminuir a superfície de contato com o solo, reduzindo sua fixação. Apresenta elevada eficiência agronômica (YAMADA & ABDALLA, 2004).

Os termofosfatos são produzidos a partir da rocha fosfatada, adicionando-se silicato de Mg, calcário e aplicando-se temperaturas elevadas, ocasionando a fusão dos materiais. São insolúveis em água, sendo solubilizados pela acidez do solo. Assim, são aplicados na forma finamente moída, facilitando o contato com o solo e sua solubilização que é bastante influenciada pelo pH e pela matéria orgânica do solo (LIMA et al., 2007). Atuam muitas vezes como corretivos de acidez do solo e, além disso, são fontes de Ca, Mg (GOEDERT et al., 1985) e micronutrientes.



Vários estudos apontam a viabilidade técnica da utilização dos termofosfatos, principalmente em solos que apresentam condições adversas ao emprego dos fertilizantes tradicionais (NAKAGAWA et al., 1983; YASUDA, 1989; MORELLI et al., 1991).

Comparando-se com N e K, a exigência de P pelas culturas é baixa. Porém os solos brasileiros, solos tropicais, são reconhecidamente pobres em P e com alta capacidade de fixação desse elemento (BÜLL, et al., 1998 e 2004). Assim, o teor de P no solo não é suficiente para atender a demanda das culturas, sendo muitas vezes o nutriente que mais freqüentemente limita a produção nas regiões tropicais (MAGALHÃES, 1986). Por esses motivos, o P é o nutriente que entra em maiores proporções nas adubações (COUTINHO et al., 1993), havendo, principalmente em solos onde há o predomínio de minerais sesquioxídicos, a necessidade de aplicação de grande quantidade de adubos fosfatados para prevenir sua deficiência.

Apesar de ser extraído em menor quantidade que outros macronutrientes, quando aplicado oferece melhores respostas quanto à produtividade e tamanho do bulbo. Sua concentração média no tecido foliar varia entre 2,0 e 5,5 g kg<sup>-1</sup> (ZINK, 1963; RUIZ, 1985).

As pesquisas sobre adubação fosfatada em alho vernalizado ainda são escassas, tendo sido observadas diferentes respostas dependendo do tipo de solo e da sua fertilidade, não havendo consenso com relação às doses e fontes de P que proporcionem maiores ganhos de produtividade (MACÊDO et al., 2011).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido no período de maio a setembro de 2011, na área experimental do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu – SP, com coordenadas geográficas 21°51' de latitude Sul, 48°26' de longitude Oeste e altitude de 818 metros.

O clima da região é classificado como Cfa (classificação de Köppen), clima temperado quente (mesotérmico) úmido, e a temperatura média do mês mais quente do ano é superior a 22 °C (CUNHA & MARTINS, 2009)

A casa de vegetação utilizada foi do tipo arco, coberta com plástico transparente, fechada lateralmente com tela anti-afídeo, com área total de 168 m<sup>2</sup>, pé direito de 2,6m e 3,0m no vão central. As janelas superiores foram utilizadas para controle da temperatura interna.

#### **3.2. Caracterização do solo utilizado**

Foi utilizado solo oxídico oriundo da região de Santa Juliana/MG (19°18'S, 47°31'W), tradicional produtora de alho.

Antes da instalação do experimento o solo foi amostrado e analisado física e quimicamente nos laboratórios do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA – UNESP, em Botucatu, seguindo a metodologia da Embrapa (1997) e Rajet al. (2001), respectivamente. Os resultados estão apresentados nas Tabela 3 e 4.

Tabela 3. Resultado de análise física, composição granulométrica e texturado solo proveniente de Santa Juliana – MG.

Areia	Argila	Silte	Textura
----- g kg <sup>-1</sup> -----			
179	497	324	Argilosa

Tabela 4. Resultado da análise química inicial do solo proveniente de Santa Juliana – MG.

pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----				----- mg/dm <sup>3</sup> -----				
4,5	20	5	3	40	0,5	4	3	8	47	16	2
-----			B	Cu	Fe	Mn	Zn	-----			
			----- mg/dm <sup>3</sup> -----								
			0,24	1,6	115	1,1	0,4				

### 3.3. Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, sendo três níveis de saturação por bases e três combinações de fontes de P, em 4 repetições.

Cada parcela foi composta inicialmente por nove plantas, cultivadas em vasos de cimento amianto (27 x 27 x 25 cm) contendo 13 litros de solo. Os vasos foram colocados sobre tijolos dispostos no chão da estufa.

Foram utilizadas doses de calcário dolomítico calculadas com base na análise química do solo para que fossem atingidos os níveis de saturação por bases de 50, 65 e 80%. O calcário utilizado foi analisado no laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA – UNESP, em Botucatu, segundo a metodologia por LANARV (1988) e suas características estão apresentadas na Tabela 5.

Os adubos fosfatados utilizados: superfosfato simples (SS) granulado, termofosfato 1 (T1) e termofosfato 2 (T2) na forma de pó, foram analisados

no laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais- FCA – UNESP, em Botucatu, segundo a metodologia descrita LANARV (1988). O resultado da análise é apresentado na Tabela6.

A proporção dos adubos fosfatados aplicados em cada tratamento está apresentada na Tabela 7.

Tabela5. Resultado da análise do calcário utilizado no experimento.

% Passante			Resultado em %					
Pen10	Pen20	Pen50	CaO	MgO	RE	PN	PRNT	Umidade
100,00	80,19	99,34	34,72	16,19	99,73	100,00	99,73	0,08

Pen: Peneira

Tabela6. Resultado da análise química dos adubos fosfatados utilizados no experimento.

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -T	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -CNA	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -AC	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SS	18,40	18,00	17,00	17,00	*	8,00	*	*	*	*	*
T1	18,00	*	16,00	13,00	5,00	*	0,05	0,05	0,25	0,20	0,27
T2	18,00	*	17,00	19,00	7,70	0,00	0,03	0,01	0,25	0,40	0,07

SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2; S – SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; \* Não determinado

Tabela7. Descrição dos tratamentos: níveis de saturação por bases e combinação de adubos fosfatados.

Tratamento	V%	Fonte de P
1	50	100% SS
2	50	50% SS + 50% T1
3	50	50% SS + 50% T2
4	65	100% SS
5	65	50% SS + 50% T1
6	65	50% SS + 50% T2
7	80	100% SS
8	80	50% SS + 50% T1
9	80	50% SS + 50% T2

V: Saturação por bases; SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

### 3.4. Implantação e condução do experimento

O calcário foi incorporado ao solo seguindo a dosagem calculada para cada tratamento e, após a aplicação o solo foi umedecido a 50 % da capacidade máxima de retenção de água e mantido em incubação para a neutralização da acidez por 30 dias.

Passado esse período foi feita a adubação de plantio. A aplicação de Pseguiu as proporções citadas na Tabela7 fornecendo  $350 \text{ mgdm}^{-3}$  de P.Foi adicionado o potássio na forma de cloreto de potássio, visando equilibrar  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / \text{K}^+ = 25$ (FERNANDES, 2008). Também foi adicionada 78 g/vaso de composto orgânico resultante da compostagem de resíduos do esmagamento de grãos mais cama de aviário, analisada no Laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA – UNESP, em Botucatu, com as características apresentadas na Tabela8.

Tabela 8.Resultado da análise do composto orgânico utilizado no experimento.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	U-65°C	MO-total	C-Total
** porcentagem ao natural								
1,22	1,17	0,96	1,35	0,28	0,29	25,00	27,00	15,00
Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N		pH
**mg/kg ao natural						ao natural		
2700	22	150	12075	360	180	12/1	8,57	

\*\* teores totais

A cultivar utilizada foi Roxo Pérola de Caçador e o plantio foi realizado no dia 13/05/2011, utilizando-se bulbilhos vernalizados (5°C por 40 dias),isentos de vírus (2ª geração) obtidos pela cultura de tecidos e termoterapia no Departamento de Produção Vegetal- Setor de Defesa Fitossanitária na FCA - UNESP – Botucatu - SP. Foram plantados 9 bulbilhos por vaso e 45 dias após o plantio (DAP) foi realizado o primeiro desbaste, retirando-se duas plantas por vaso. Aos 60 DAP foi realizado o segundo desbaste, retirando-se mais 2 plantas por vaso e na diferenciação (83 DAP) foi realizado novo desbaste, restando, então, 3 plantas por vaso que foram conduzidas até o final do ciclo. A diferenciação indica o início da formação dos bulbos, como apresentado na Figura 1.

A adubação nitrogenada foi realizada em cobertura, via solo, na forma de solução aquosa de uréia. A aplicação foi feita aos 20, 27 e 35 DAP, fornecendo respectivamente 20, 40 e 20 kg N ha<sup>-1</sup>.

Durante todo o ciclo foram adotadas medidas preventivas de controle de pragas e doenças recomendadas para a cultura.

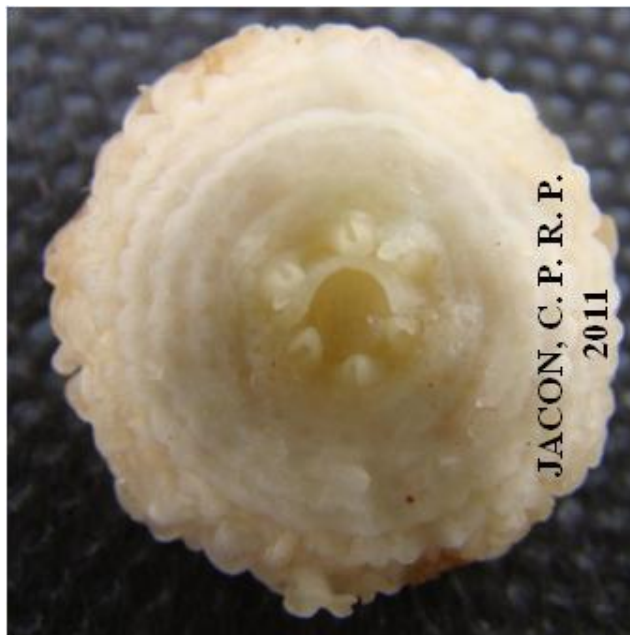


Figura 1. Corte transversal do bulbo na fase inicial da diferenciação, início da formação dos bulbilhos.

### **3.5. Avaliações**

#### **3.5.1. Análise química de solo**

Após a aplicação do corretivo e dos demais nutrientes, foram coletadas amostras de solo de cada vaso com auxílio de um trado e, posteriormente, estas amostras foram misturadas e homogeneizadas formando amostras compostas por todas as repetições de cada tratamento. Foram então analisadas quimicamente no Laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA – UNESP, em Botucatu, seguindo a metodologia de Raijet al. (2001).

#### **3.5.2. Comprimento das plantas**

A medida do comprimento das plantas foi realizada na fase de diferenciação (83 DAP) e no momento da colheita (131 DAP), com auxílio de régua graduada da superfície do solo até a extremidade da folha mais comprida de cada planta. Foram medidas todas as plantas de cada parcela, obtendo-se então o comprimento médio das plantas.

### **3.5.3. Número de folhas**

Na fase de diferenciação e na colheita, foi contado o número total de folhas e o número de folhas verdes de cada planta. Posteriormente foram calculadas as médias por parcela.

### **3.5.4. Circunferência da haste**

Com auxílio de fita de papel, foi marcada a circunferência da haste de cada planta a 2 cm da superfície do solo. Posteriormente as fitas foram medidas, obtendo-se assim a circunferência da haste das plantas na fase de diferenciação.

### **3.5.5. Teor e acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea**

Na fase de diferenciação, quando as plantas apresentavam em média 9 folhas, foi coletada a parte aérea de duas plantas por parcela. As plantas foram cortadas rente ao solo, lavadas, secas em estufa a 65°C, pesadas, moídas e analisadas quimicamente quanto ao teor de macro e micronutrientes no Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA – UNESP, em Botucatu, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

O acúmulo de nutrientes foi posteriormente calculado com base no teor apresentado e na massa seca da parte aérea.

### **3.5.6. Massa, classificação e porcentagem de perda de água dos bulbos**

Os bulbos foram colhidos no dia 22/09/2011, aos 131 DAP, deixados sobre os vasos na casa de vegetação por 4 dias para secarem e então foi realizado o corte das raízes rente aos bulbos e da parte aérea a aproximadamente 3 cm destes. Foi então avaliada a massa dos bulbos na colheita. Estes foram colocados em sacos de papel e deixados na casa de vegetação, em local seco, para que ocorresse a cura.

Aos 4 e aos 27 dias após a colheita (DAC) os bulbos foram pesados e com base nesses dados foi calculada a porcentagem de perda de água durante a cura, por tratamento.

Também foi feita a classificação dos bulbos em função do diâmetro transversal em classes de 3 a 7, segundo a portaria nº 242 do Ministério da Agricultura de 17 de setembro de 1992, apresentada na Tabela 9.

Tabela 9. Classificação de bulbos de alho segundo o maior diâmetro transversal.

Classes *	Diâmetro (mm)
7	mais de 56
6	mais de 47 até 56
5	mais de 42 até 47
4	mais de 37 até 42
3	mais de 32 até 37

\* Ministério da Agricultura - Portaria nº 242 de 17 de setembro de 1992.

### 3.5.7. Índice de formato de bulbo

Foi medido o diâmetro longitudinal e transversal dos bulbos após a cura, 27 dias após a colheita (DAC). Com base nesses dados, foi calculado o índice de formato de bulbo (IFB), dividindo-se o diâmetro longitudinal pelo diâmetro transversal do bulbo. Este índice está associado à preferência do mercado consumidor, é um indicativo de qualidade dos bulbos. Valores próximos a um indicam bulbos de formato mais cilíndrico, valores inferiores a um indicam bulbos mais achatados, característica mais desejável comercialmente.

### 3.5.8. Acúmulo de macro e micronutrientes nos bulbos

Após a cura os bulbos foram secos em estufa a 65°C, pesados, moídos e analisados quimicamente quanto ao teor de macro e micronutrientes no Departamento de Solos e Recursos Ambientais - FCA – UNESP, em Botucatu, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). O acúmulo de nutrientes foi posteriormente calculado com base no teor apresentado e na massa seca dos bulbos.

### 3.5.9. Teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Após a cura, os bulbilhos de cada parcela foram descascados e macerados com auxílio de um espremedor. Em sequência foram analisados quanto ao teor de fenóis totais e a atividade antioxidante (DPPH). As análises foram realizadas no



Laboratório de Bioquímica de Vegetais do Departamento de Química e Bioquímica – IBB–UNESP – Botucatu. O teor de fenóis totais foi analisado pelo método espectrofotométrico, utilizando o reativo de Folin-Ciocalteu (SINGLETON & ROSSI, 1965) e os resultados foram expressos em mg de fenóis totais  $\text{g}^{-1}$  matéria seca, de acordo com a curva de ácido gálico.

Para avaliação da capacidade antioxidante foi utilizada a metodologia de Brand-Williams et al. (1995) onde as amostras são lidas no comprimento de onda de 517 nm e os resultados expressos em  $\mu\text{g g}^{-1}$  de matéria fresca/equivalente TEAC (capacidade antioxidante equivalente ao trolox).

### **3.6. Análise Estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o uso do programa Assisat (Silva et al., 2010).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise química do solo após a aplicação dos tratamentos

Após a aplicação dos corretivos, da incubação e aplicação dos demais nutrientes e do composto orgânico, o solo foi amostrado por tratamento e analisado quimicamente (Tabela10).

Apesar de os cálculos terem sido feitos para que a saturação por bases fosse elevada a 50, 65 e 80% nos tratamentos, verifica-se que as saturações desejadas não foram atingidas. Isso pode ser devido à adição de composto orgânico ao solo após a calagem que elevou o teor de matéria orgânica de  $20 \text{ g dm}^{-3}$  para em média  $40 \text{ g dm}^{-3}$  e a CTC de  $47 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para, em média,  $81 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Observa-se também que os tratamentos que receberam termofosfato apresentam pH superior àqueles tratados apenas com superfosfato simples. Büll et al. (1997) observaram que os termofosfatos em pó concorreram para elevar o pH do solo, com ação inicial semelhante à dos tratamentos que receberam calagem. A ação de neutralização da acidez do solo por termofosfatos é relatada por Büll et al. (1997), sendo atribuída à capacidade neutralizante do ânion silicato, na forma de silicatos de Ca e de Mg, presentes nesses fertilizantes.

Verifica-se que o teor de  $P_{\text{resina}}$  no solo com a aplicação dos adubos fosfatados ficou dentro de uma faixa de teor considerada alta (RAIJ et al., 1997) para todos os tratamentos. Observa-se também que apesar de ter sido aplicado  $350 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, o resultado da análise apresenta em média  $78 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, indicando uma possível fixação de P no solo o que é comumente observado em solos oxídicos (BÜLL, et al., 1998 e 2004).

Os teores trocáveis de magnésio e enxofre também ficaram dentro da faixa de teor considerada alta (RAIJ et al., 1997). Sendo possível observar que nos tratamentos onde foi utilizado SS, o teor de sulfato é maior, refletindo sua maior concentração nesse adubo. O K disponível ficou dentro de uma faixa média de teor.

Tabela 10. Resultado da análise de solo após a aplicação dos tratamentos.

Tratamento	pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	-----mmol/dm <sup>3</sup> -----							mg/dm <sup>3</sup>
V50% SS	5,5	36	72	27	2,2	36	13	51	78	65	24
V50% SS + T1	5,7	44	85	23	1,9	32	18	52	74	69	7
V50% SS + T2	5,7	41	74	27	2,3	35	19	56	83	68	16
V65% SS	5,5	41	62	26	2,1	28	14	44	71	63	20
V65% SS + T1	5,8	42	75	22	3,1	39	23	65	87	75	11
V65% SS + T2	5,7	36	78	23	2,7	39	20	61	85	72	7
V80% SS	5,8	40	87	24	2,2	39	18	59	83	71	25
V80% SS + T1	5,9	38	86	22	2,4	40	18	60	82	73	13
V80% SS + T2	5,9	43	85	22	2,4	38	20	60	83	73	13

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----				
V50% SS	0,41	5,1	87	1,5	3,2
V50% SS + T1	0,66	5,3	86	2,0	5,4
V50% SS + T2	0,39	3,3	86	2,2	2,5
V65% SS	0,53	2,7	84	1,1	1,8
V65% SS + T1	0,81	2,9	79	2,2	4,3
V65% SS + T2	0,52	6,6	82	1,8	4,3
V80% SS	0,47	2,4	83	1,6	1,6
V80% SS + T1	0,73	6,2	86	2,0	5,9
V80% SS + T2	0,56	3,9	84	1,9	2,9

V: Saturação por bases; SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2

Para os micronutrientes, o teor de B foi maior nos tratamentos onde utilizou-se T1, ficando dentro de uma faixa de teor considerada alta, refletindo a maior concentração desse nutriente nesse adubo. Nos demais tratamentos os teores de B ficaram dentro da faixa média. Os teores de Mn e Zn foram menores nos tratamentos onde foi utilizados somente SS, apresentando teores médios de Mn para todos os tratamentos. Os teores de Cu, Fe e Zn apresentaram-se elevados para todos os tratamentos. O teor de Fe apresentado pelo solo utilizado, em média 84 mg dm<sup>-3</sup>, está acima da classe considerada alta (>12 mg dm<sup>-3</sup>).

## 4.2. Avaliações na fase de diferenciação

### 4.2.1. Comprimento das plantas

Na Figura 2 são apresentadas as médias do comprimento das plantas de alho na fase de diferenciação, 83 DAP. A análise de variância não indicou diferença significativa entre os tratamentos.

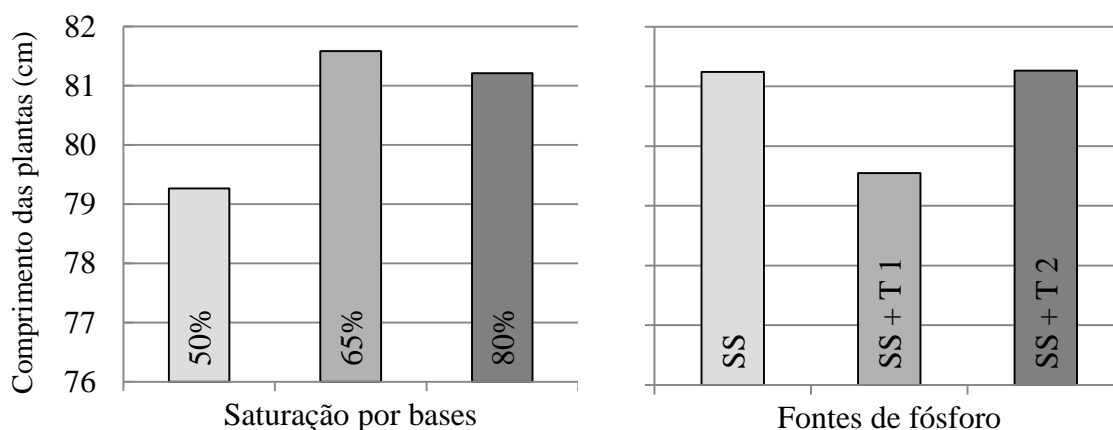


Figura 2. Média do comprimento das plantas de alho na fase de diferenciação. (SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2).

O comprimento das plantas neste experimento, na fase de diferenciação, 80,7 cm foi menor que os observados por Fernandes (2008), onde as plantas apresentavam, em média, 92,8 cm e por Lima (2005), 82,5 na mesma fase de desenvolvimento em experimentos de campo. Porém, os resultados apresentados por Souza et al. (2011), trabalhando com a mesma cultivar sob doses de N, indicam que, aos 83 DAP as plantas apresentaram em média 78 cm de altura, valores inferiores aos obtidos neste experimento, não havendo diferença entre os tratamentos. Büllet al. (2008), em experimento com doses de P e Zn verificaram comprimentos entre 57 e 71,5 cm 60 DAP e Büllet al. (1998), trabalhando com adubação fosfatada e orgânica, observaram comprimento da maior folha das plantas entre 74 e 76 cm aos 75 DAP para os tratamentos com adubação orgânica, valores também inferiores aos deste experimento.

Paula et al. (1986) observaram que a altura das plantas de alho aumentou com o aumento dos níveis de calcário aplicado (0, 800, 900, 1800, 3600 kg ha<sup>-1</sup>). Büllet al. (2008) observaram aumento do comprimento da maior folha com o aumento

da dose de P nos solos LE (Latosolo Vermelho Distrófico - textura média) e LR (Latosolo Vermelho Distroférico – textura argilosa), tendo sido aplicadas as doses 0, 100, 200 e 400 mg dm<sup>-3</sup> utilizando superfosfato triplo. Esses resultados concordam com os observados por Büll et al. (1998).

#### 4.2.2. Número de folhas

Os valores médios de número total de folhas por planta e do número de folhas verdes por planta aos 83 DAP, fase de diferenciação, são apresentados nas Figuras 3 e 4. A análise de variância indicou que houve interação entre os fatores ( $P < 0,01$ ) para o número total, já o número de folhas verdes não apresentou diferença significativa.

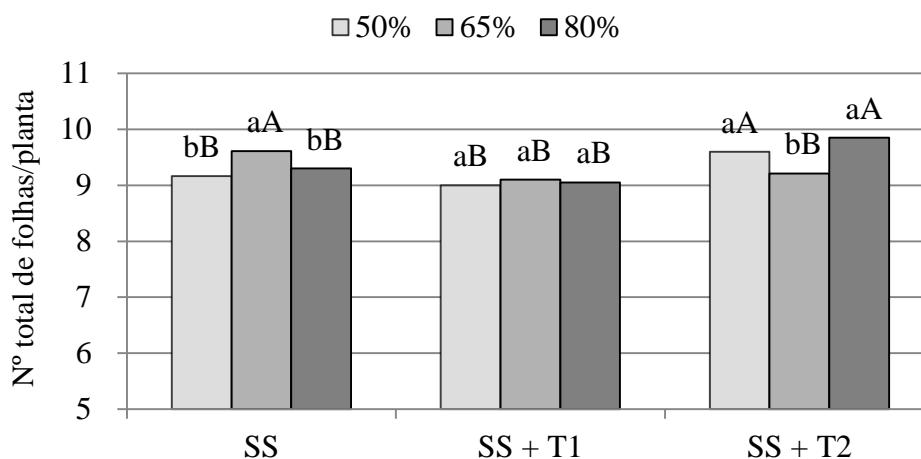


Figura 3. Média do número total de folhas por planta de alho na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey ( $P > 0,01$ ). Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. (SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2).

O tratamento V 80% SS+T2 apresentou maior média de número total de folhas na diferenciação (9,85), porém não diferiu estatisticamente do tratamento V 50% SS+T2 (9,6). Em média, os tratamentos apresentaram 9,3 folhas por planta nessa fase.

O número de folhas observado por Souza et al. (2011), 7,3, foi semelhante ao número de folhas verdes observado neste trabalho, onde os tratamentos apresentaram 6,6 e 7,5 folhas verdes por planta.

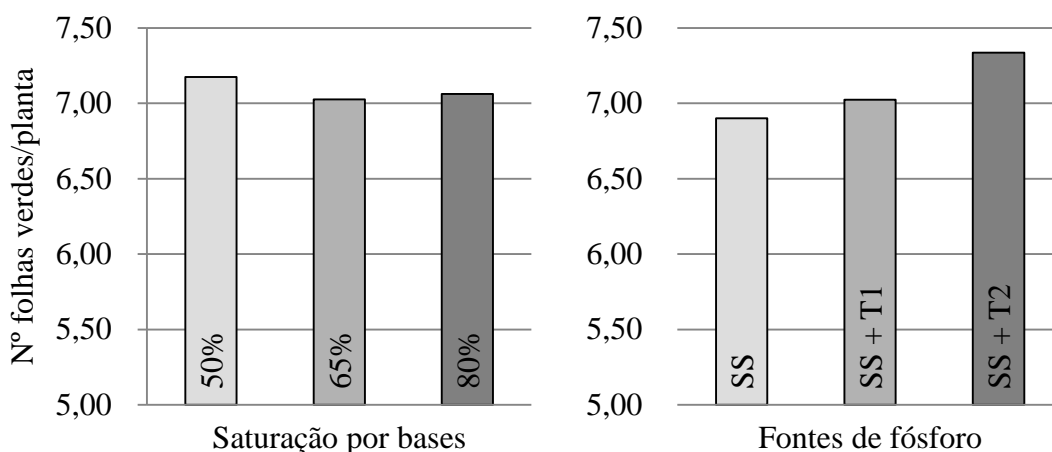


Figura4. Número de folhas verdes na fase de diferenciação. (SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2).

#### 4.2.3. Circunferência da haste

Na Figura 5 estão apresentadas as médias de circunferência da haste na fase de diferenciação. A análise de variância não indicou diferença significativa entre os tratamentos.

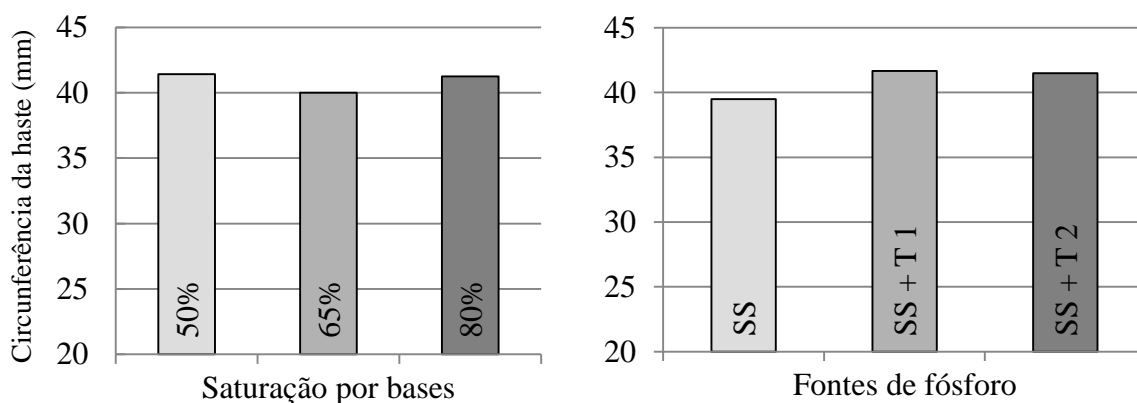


Figura 5. Média da circunferência da haste das plantas de alho na fase de diferenciação. (SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2).

Neste experimento, a média de circunferência da haste variou entre 3,78 e 4,43 cm. Resultados semelhantes foram obtidos por Lujiuet al. (2004), trabalhando com combinações de N e K em três regiões da China, onde os valores de circunferência da haste variaram entre 3,66 e 4,66 cm, sendo os maiores valores atribuídos às maiores doses de K aplicadas.

#### 4.2.4. Teor de nutrientes na parte aérea

Na Tabela 11 são apresentados os teores de nutrientes na parte aérea das plantas na fase de diferenciação (83 DAP). A análise de variância não apresentou diferença significativa para os teores de N, K, Ca, Cu, e Fe. Houve interação entre saturação por bases e as fontes de P ( $P > 0,05$ ) para os teores de P e S e ( $P > 0,01$ ) para os teores de B e Mn. Para o teor de Mg não houve interação entre os fatores, mas os níveis de saturação por bases e as fontes de P influenciaram os resultados ( $P > 0,01$ ). O teor de Zn apresentou diferença quanto às fontes de P ( $P > 0,01$ ).

Em todos os tratamentos o teor de macronutrientes apresentou-se na seqüência:  $N > K > S > Ca > Mg > P$ . Fernandes (2008), trabalhando com a mesma cultivar sob doses de N, na mesma fase de desenvolvimento, obteve na média dos tratamentos uma seqüência de teores diferente, o teor de K foi maior que o de N ( $K > N > S > Ca > Mg > P$ ).

Já o teor de micronutrientes obedeceu a seguinte seqüência:  $Fe > B > Zn > Mn > Cu$ . Porém nos tratamentos V65 e 80% SS+T1, o teor de B foi maior que o de Fe, esses tratamentos também apresentaram os teores mais elevados de B no solo. No tratamento V50% SS, o teor de Mn foi maior que o teor de Zn, concordando com os resultados obtidos por Fernandes (2008).

O teor de N na fase de diferenciação neste experimento ficou abaixo dos teores encontrados por Fernandes et al. (2010),  $31 \text{ g kg}^{-1}$ , por Büll et al. (2002),  $38 \text{ g kg}^{-1}$  e por Büll et al. (1998), 26 e  $39 \text{ g kg}^{-1}$  para tratamentos sem adubação orgânica e 37 e  $45 \text{ g kg}^{-1}$  para tratamentos com adubação orgânica ambos em 5 tipos de solo com diferentes níveis de P. Nos dois primeiros trabalhos foi coletada a folha diagnose para análise, diferentemente do trabalho de Büll et al. (1998) e deste onde foi coletada toda a parte aérea. Esses teores também estão abaixo dos teores considerados adequados para a cultura na diferenciação (RAIJ et al., 1996).

O teor de P (Figura 6-a) foi maior nos tratamentos V65 e 80% SS+T2, porém estes não diferem do tratamento V50% na mesma fonte de P nem dos tratamentos V80% SS+T1 e V65% SS. Os teores de P observados ( $1,9$  a  $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ ) estão dentro da faixa de teor apresentada pelos tratamentos sem adubação orgânica,  $1,3$  a  $6,1 \text{ g kg}^{-1}$  e são inferiores tratamentos com adubação orgânica,  $3,2$  a  $5,8 \text{ g kg}^{-1}$  no trabalho realizado por Büll et al. (1998). Também estão abaixo dos teores observados por Büll et al. (2002) ( $2,3$  a  $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ ), Fernandes (2008) ( $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) e daqueles considerados adequados

para a cultura nessa fase de desenvolvimento, 3 a 5 g kg<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1996). Pode-se explicar o baixo teor de P encontrado considerando-se que foi utilizada toda a parte aérea das plantas para a análise, isto é, folhas novas e velhas, sendo a concentração desse nutriente é mais elevada em tecidos jovens em função das atividades metabólicas mais intensas (RESENDE, 1997). Além disso, com a diferenciação deve haver um processo de redistribuição do P das folhas para os bulbos (RESENDE, 1997) e o P absorvido nessa fase deve ser encaminhado também para esse órgão (FERNANDES, 2008) pois esse nutriente concentra-se nas áreas mais ativas de crescimento (YAMADA & ABDALLA, 2004).

Tabela 11. Teor de nutrientes na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.

Tratamentos	----- g. kg <sup>-1</sup> -----					----- mg. kg <sup>-1</sup> -----					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SS	22	1,9	20	7	3,1	9,4	39	3	48	24	16
V50% SS+T1	22	2,1	21	6	3,4	9,1	44	3	45	14	21
SS+T2	23	2,3	19	6	3,9	9,0	38	3	44	14	17
<b>Média 50%</b>	<b>22</b>	<b>2,1</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3,4</b>	<b>9,2</b>	<b>40</b>	<b>3</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
SS	23	2	18	6	3	8	33	4	50	13	17
V65% SS+T1	22	2	19	6	4	9	44	3	43	11	19
SS+T2	23	2	21	6	4	9	39	3	43	14	18
<b>Média 65%</b>	<b>23</b>	<b>2,2</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>3,6</b>	<b>8,7</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
SS	23	2	19	6	3	10	34	3	41	11	15
V80% SS+T1	24	2	21	7	4	9	47	3	45	12	21
SS+T2	23	2	20	7	4	9	31	3	46	13	18
<b>Média 80%</b>	<b>23</b>	<b>2,2</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3,9</b>	<b>9,0</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	<b>44</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
<b>Média SS</b>	<b>23</b>	<b>2,0</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>3,3</b>	<b>9,1</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>46</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>Média SS+T1</b>	<b>23</b>	<b>2,2</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3,7</b>	<b>8,9</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>44</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Média SS+T2</b>	<b>23</b>	<b>2,4</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>4,1</b>	<b>8,8</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>44</b>	<b>13</b>	<b>18</b>
<b>F (V% x fonte P)</b>	<b>0,18<sup>ns</sup></b>	<b>3,04*</b>	<b>0,96<sup>ns</sup></b>	<b>1,74<sup>ns</sup></b>	<b>0,67<sup>ns</sup></b>	<b>3,91*</b>	<b>6,44**</b>	<b>1,61<sup>ns</sup></b>	<b>1,05<sup>ns</sup></b>	<b>10,75**</b>	<b>0,96<sup>ns</sup></b>
<b>F (V%)</b>	<b>0,69<sup>ns</sup></b>	<b>1,34<sup>ns</sup></b>	<b>0,19<sup>ns</sup></b>	<b>0,39<sup>ns</sup></b>	<b>5,94**</b>	<b>2,18<sup>ns</sup></b>	<b>2,91<sup>ns</sup></b>	<b>0,29<sup>ns</sup></b>	<b>0,24<sup>ns</sup></b>	<b>19,74**</b>	<b>0,11<sup>ns</sup></b>
<b>F (fonte P)</b>	<b>0,10<sup>ns</sup></b>	<b>13,99**</b>	<b>0,63<sup>ns</sup></b>	<b>0,85<sup>ns</sup></b>	<b>17,26**</b>	<b>0,92<sup>ns</sup></b>	<b>41,33**</b>	<b>2,05<sup>ns</sup></b>	<b>0,42<sup>ns</sup></b>	<b>7,36**</b>	<b>16,62**</b>

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5% de probabilidade; \*\*: significativo a 1% de probabilidade  
V: Saturação por bases; SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

O teor de S nos tratamentos está apresentado na Figura 6-b. Observa-se que o tratamento V80% SS+T2 apresentou maior teor de S, porém não diferiu do tratamento V50% SS. Estes tratamentos também apresentaram maior teor de S no solo. O menor teor de S ocorreu no tratamento V65% SS+T1, não diferindo dos demais tratamentos com a mesma fonte de P. Os teores apresentados encontram-se acima daqueles considerados adequados para a cultura, 4 a 6 g kg<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1996). O alho é uma hortaliça rica em compostos sulfurosos, responsáveis por suas características organolépticas e medicinais (REZENDE & CECÍLIO FILHO, 2009).



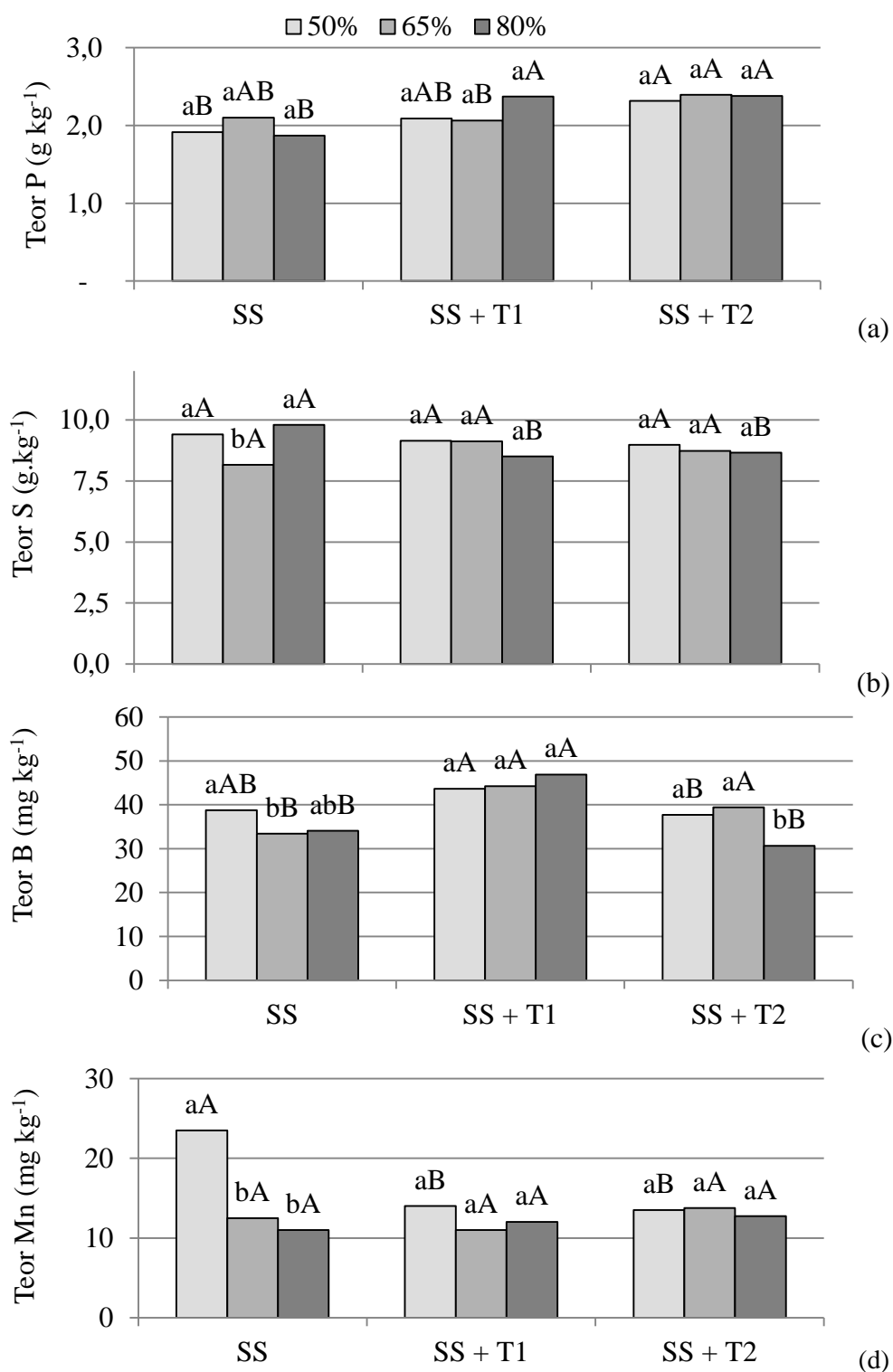


Figura 6. Teores de P (a), S (b), B (c) e Mn (d) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey (a) e (b)  $P > 0,05$ ; (c) e (d)  $P > 0,01$ . Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2.

O teor de B na parte aérea das plantas (Figura 6-c) foi maior nos tratamentos onde foi utilizado SS+T1. No solo estes tratamentos também apresentam o maior teor desse nutriente. Já os menores teores ocorreram nos tratamentos V80% SS+T2, V80% SS e V65% SS, mesmo assim, os teores de B apresentados por todos os tratamentos encontram-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura (RAIJ et al., 1996). Porém estão abaixo dos valores observados por Fernandes (2008).

Os teores de Mn estão apresentados na Figura 6-d. O tratamento V50% SS apresentou maior teor de Mn, diferindo estatisticamente de todos os demais tratamentos, ainda assim esse teor,  $9,4 \text{ mg kg}^{-1}$  encontra-se muito abaixo do considerado adequado,  $30 - 100 \text{ mg kg}^{-1}$  e daqueles observados por Fernandes (2008) e Büll et al (1998). Segundo Malavolta & Santos (1996), a disponibilidade de Mn aumenta quando o pH desce abaixo de 5,5. Considerando que em todos os tratamentos o pH encontra-se acima desse valor, pode ter ocorrido uma redução na disponibilidade desse nutriente em função do pH. Além disso, o Fe inibe competitivamente a absorção de Mn, o que pode ter ocorrido considerando os altos teores de Fe no solo e no composto orgânico aplicado.

A Figura 7 apresenta a média dos teores de Mg na parte aérea das plantas na diferenciação nas saturações por bases e fontes de P utilizadas. Os tratamentos cultivados em solo com saturação por bases 80% apresentaram maior teor de Mg, diferindo apenas dos tratamentos com V 50%. Com a elevação do pH do solo, há maior disponibilidade de Mg. Paula et al. (1986) observaram maior teor foliar de Mg nas plantas cultivadas com maiores níveis de calagem. A fonte de P SS+T2 proporcionou maior teor de Mg nas plantas, diferindo das demais fontes analisadas. Os teores de Mg observados estão dentro da faixa adequada para a cultura (RAIJ et al., 1996) e abaixo dos observados por Fernandes (2008).

Na Figura 8 estão apresentadas as médias dos teores de Zn das plantas nas diferentes fontes de P. O maior teor ocorreu na fonte SS+T1, diferindo estatisticamente das demais fontes. Os tratamentos com essa fonte também apresentaram maior teor de Zn no solo, a fonte T1 apresenta maior teor desse nutriente (0,27%) que o T2 (0,07%), lembrando que o composto orgânico também contribuiu com 1,08% de Zn e foi fornecido em doses iguais para todos os tratamentos. Porém os teores na parte aérea encontram-se abaixo do considerado adequado para a cultura (RAIJ et al. 1996) e dos observados por Fernandes (2008), lembrando não foi utilizada a folha diagnose para esta análise.

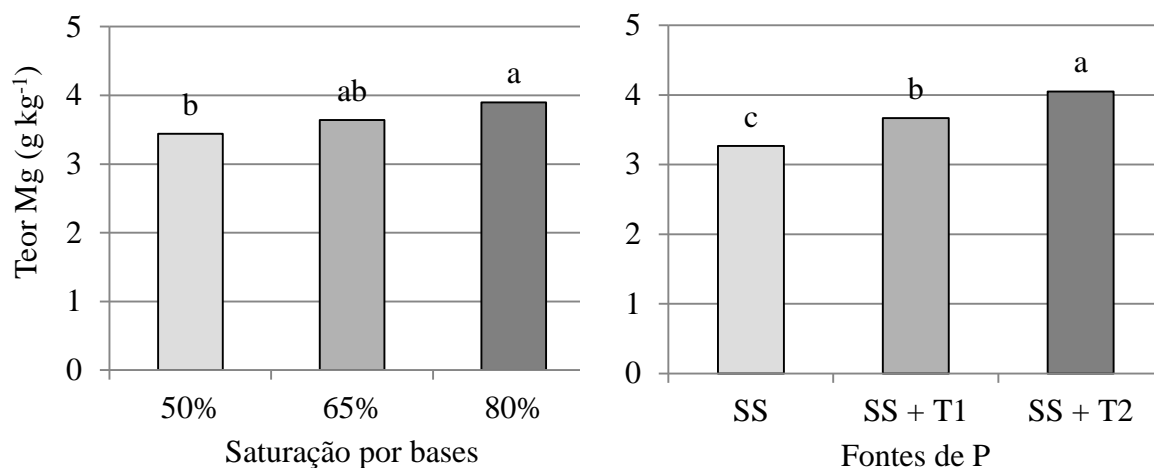


Figura7. Teor de Mg na parte aérea na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey. Letras minúsculas comparam médias de saturação por bases e de fontes de P.(SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2)

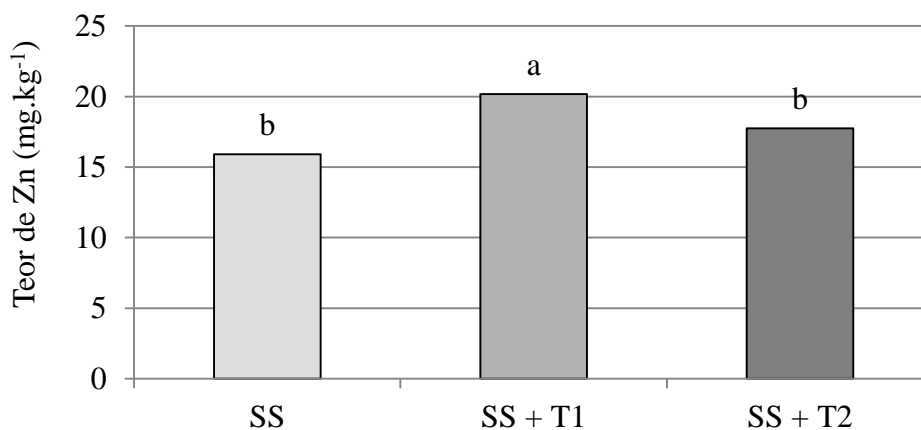


Figura8. Teor de Zn na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey. Letras minúsculas comparam médias de fontes de P.(SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2).

Segundo Büll et al. (2008) é comum ocorrer deficiência de Zn na cultura do alho em condições de alto teor de P no solo ou quando são realizadas adubações fosfatadas em altas doses. O Zn se liga à superfície dos sesquioxídicos através da molécula de fosfato sendo esse fenômeno dependente da concentração de P e Zn no solo (SOUZA E FERREIRA, 1991). Além disso, o P pode insolubilizar o Zn na superfície da raiz em função do pH e da presença de Ca (MALAVOLTA, 2006); a interação de P e Zn na raiz

e/ou vasos condutores, reduz a traslocação de Zn para a parte aérea da planta (MAGALHÃES, 1986) ou ainda, pode causar desordem metabólica pelo desbalanceamento entre eles (BÜLL et al., 2008).

#### 4.2.5. Acúmulo de nutrientes na parte aérea

Na Tabela 12 está apresentado o acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas na fase de diferenciação (83 DAP). A análise de variância indicou que houve interação entre os fatores para P, K, Ca, Mg, B, Cu, Mn, Zn ( $P>0,01$ ) e S ( $P>0,05$ ). Para N e Fe não houve diferença significativa.

Tabela 12. Acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- g/10 plantas -----						----- mg/10 plantas -----				
SS	0,93	0,08	0,83	0,25	0,13	0,40	1,65	0,10	2,00	1,00	0,60
V50% SS+T1	0,98	0,09	0,88	0,28	0,14	0,37	1,79	0,10	1,94	0,57	0,83
SS+T2	0,99	0,10	0,85	0,30	0,18	0,39	1,63	0,10	1,91	0,60	0,73
Média 50%	0,96	0,09	0,85	0,28	0,15	0,39	1,69	0,10	1,95	0,72	0,72
SS	1,00	0,09	0,88	0,30	0,15	0,38	1,58	0,20	2,09	0,53	0,80
V65% SS+T1	0,87	0,07	0,73	0,20	0,12	0,31	1,49	0,10	1,42	0,40	0,75
SS+T2	1,11	0,12	1,00	0,33	0,21	0,42	1,90	0,15	2,07	0,66	0,90
Média 65%	0,99	0,09	0,87	0,28	0,16	0,37	1,66	0,15	1,86	0,53	0,82
SS	0,95	0,08	0,78	0,23	0,14	0,40	1,38	0,10	1,61	0,45	0,60
V80% SS+T1	1,15	0,12	1,03	0,35	0,21	0,40	2,43	0,15	2,24	0,60	0,95
SS+T2	1,04	0,11	0,95	0,28	0,19	0,39	1,30	0,10	2,09	0,58	0,78
Média 80%	1,05	0,10	0,92	0,28	0,18	0,40	1,70	0,12	1,98	0,54	0,78
Média SS	0,96	0,08	0,83	0,26	0,14	0,39	1,54	0,13	1,90	0,66	0,67
Média SS+T1	1,00	0,09	0,88	0,28	0,16	0,36	1,90	0,12	1,87	0,52	0,84
Média SS+T2	1,05	0,11	0,93	0,30	0,19	0,40	1,61	0,12	2,02	0,61	0,80
F (V% x fonte P)	1,26 <sup>ns</sup>	4,75**	4,86**	7,67**	11,49**	3,40*	17,38**	7,33**	1,05 <sup>ns</sup>	14,34**	5,93**
F (V%)	0,70 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	10,00**	1,74 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	9,33**	0,24 <sup>ns</sup>	14,19**	3,73*
F (fonte P)	0,70 <sup>ns</sup>	10,56**	2,13 <sup>ns</sup>	2,65 <sup>ns</sup>	21,17**	4,46*	12,04**	1,33 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	6,42**	12,34**

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5% de probabilidade; \*\*: significativo a 1% de probabilidade  
V: Saturação por bases; SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

O acúmulo de macronutrientes na parte aérea na fase de diferenciação ocorreu na seqüência: N>K>S>Ca>Mg>P para todos os tratamentos. Já o acúmulo de micronutrientes ocorreu na seqüência Fe>B>Zn>Mn>Cu, diferindo para o tratamento V50% SS onde o acúmulo de Mn foi maior que o de Zn e para os tratamentos V65 e 80% SS+T1 onde o acúmulo de B foi maior que o de Fe. A seqüência de acúmulo é semelhante àquela encontrada para os teores de nutrientes neste trabalho. Outros autores

também verificaram que o Fe é o micronutriente mais acumulado pelas plantas de alho. Macêdo (2008) afirma que o Fe foi notadamente o micronutriente mais acumulado pelas plantas de alho vernalizado ao longo do ciclo da cultura, concordando com Silva et al. (1981) que verificaram que a absorção de micronutrientes foi intensa desde o início do ciclo da cultura, destacando-se o Fe. O Fe é elemento chave no metabolismo da planta, está envolvido em transformações energéticas e em processos vitais como respiração, fotossíntese, assimilação de N e S e balanço hormonal (MAGALHÃES, 1986; BATAGLIA, 1991; MALAVOLTA, 2006)

Os macronutrientes para os quais a análise estatística indicou que houve interação entre os fatores analisados são apresentados nas Figuras 9 e 10.

Observa-se na Figura 9-a que o acúmulo de P foi maior no tratamento V65% SS+T2, não diferindo dos demais tratamentos com a mesma fonte de P e coincidindo com um dos tratamentos que apresentou maior teor de P na parte aérea nesta fase. Souza et al. (2011) trabalhando com a mesma cultivar observaram que a quantidade de P acumulada na fase de diferenciação foi de 0,011 g/planta, valor semelhante aos observados nos tratamentos com maior acúmulo de P neste experimento.

Para K, segundo nutriente mais acumulado nessa fase, o maior acúmulo ocorreu no tratamento V80% SS+T1, não diferindo dos tratamentos V50% SS+T1 e V80% SS+T2 (Figura 9-b). Macêdo (2008) observaram nesta mesma fase acúmulo de 0,13 g/planta, valores superiores aos observados neste experimento. Segundo Resende et al (1999) período de maior absorção de K é entre 50 e 110 dias, concordando com Zink, (1963) e Silva et al. (1970), que afirmam que o K é acumulado intensamente após os 45 dias. Culturas que armazenam compostos orgânicos, assim como o alho, são exigentes em K devido à sua importante função no transporte de fotoassimilados das folhas para os órgãos de reserva (RESENDE et al., 1999), sendo acumulado em maior quantidade na parte vegetativa (MENGEL & KIRKBY, 1987).

O acúmulo de Ca (Figura 10-a) foi maior nos tratamentos V80% SS+T1, não diferindo dos tratamentos V50% SS+T1 e V80% SS+T2. Estando os valores do acúmulo de Ca neste experimento (0,23 a 035 g/10 plantas) abaixo dos observados por Souza et al. (2011), 0,05 g/planta. Andriolli et al. (2008) verificaram que o máximo acúmulo de Ca ocorre no final do ciclo da cultura concordando com Resende et al. (1999) que afirmam que a extração do Ca, à exceção dos demais macronutrientes, é intensificada

somente a partir dos 70 dias. O mesmo comportamento foi verificado por Oliveira et al. (1971) trabalhando com a cultivar Lavínia.

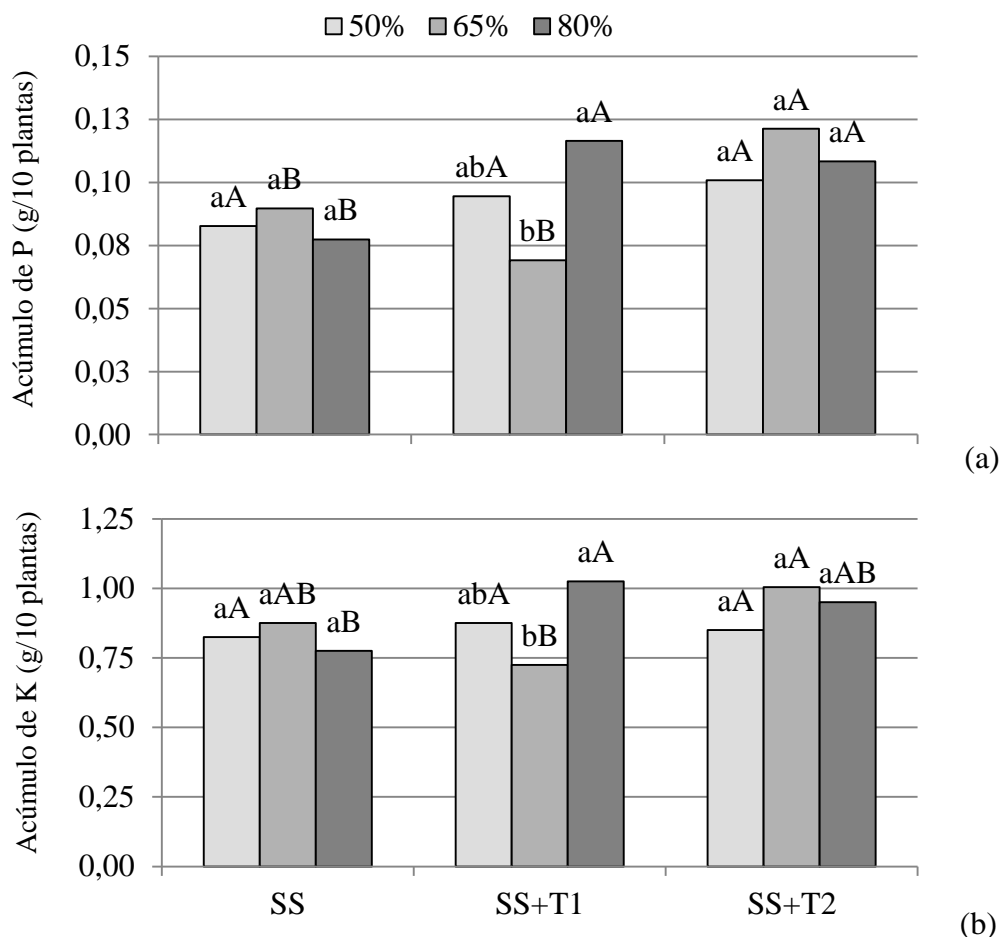


Figura 9. Acúmulo de P (a) e K (b) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey ( $P > 0,01$ ). Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. (SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2).

Na Figura 10-b, observa-se que o tratamento V80% SS+T1 apresentou maior acúmulo de Mg, não diferindo de V80% SS+T2. Observa-se que o tratamento V80% SS+T1 apresentou também maior acúmulo de K e Ca. Segundo Resende et al. (1999) o K e o Mg têm o maior período de absorção entre 50 e 110 dias, já Andriolli et al. (2008) observaram máximo acúmulo de Mg 90 DAP. O acúmulo de Mg observado por Souza et al. (2011) na diferenciação é menor que os valores observados neste experimento.

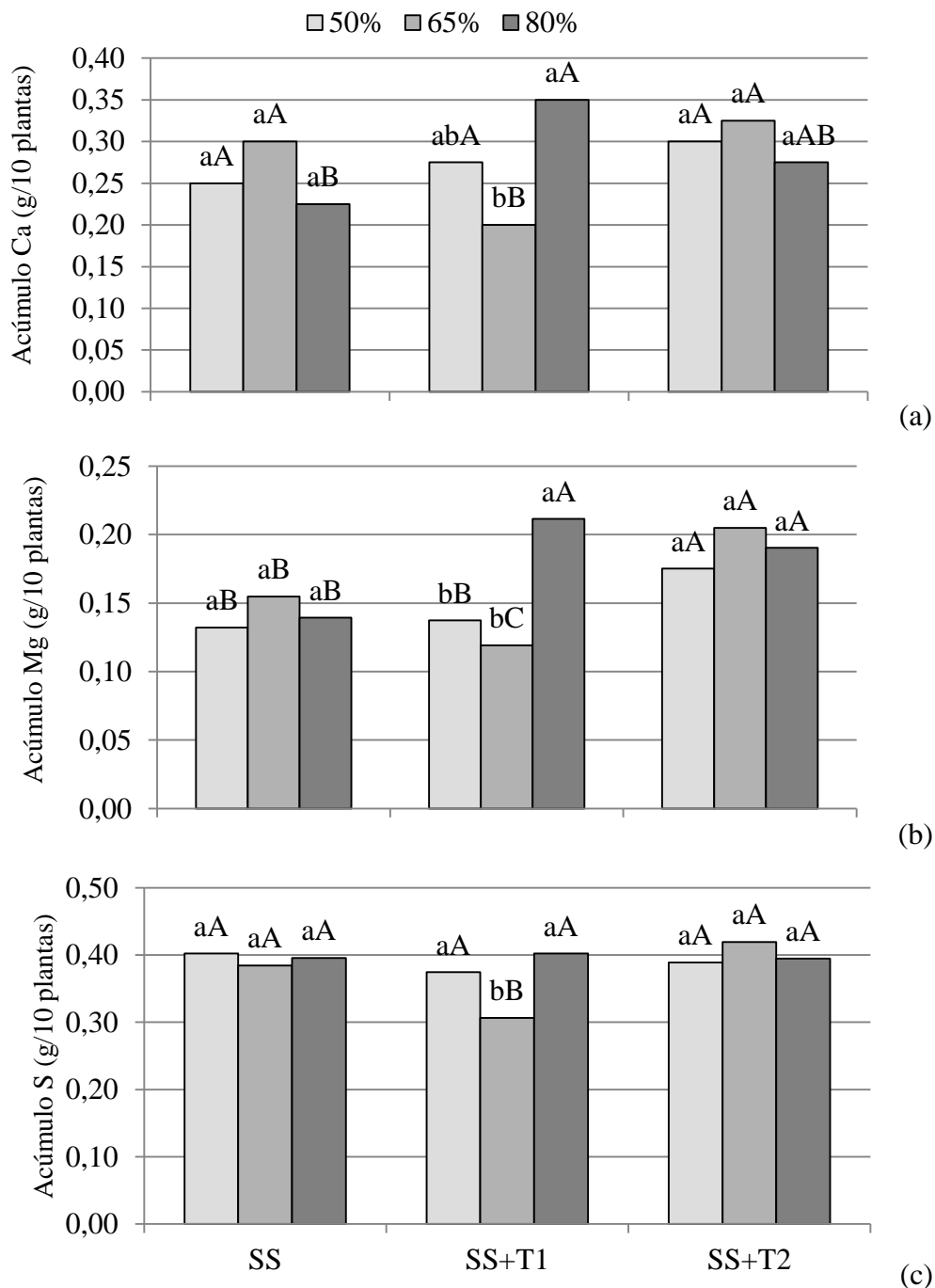


Figura10. Acúmulo de Ca (a), Mg (b) e S (c) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey (a) e (b)  $P>0,01$ ; (c)  $P>0,05$ . Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases.(SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2).

Já o acúmulo de S (Figura 10-c) foi maior no tratamento V65% SS+T1, não diferindo dos demais tratamentos com a mesma fonte de P e do tratamento

V65% SS. Souza et al. (2011) observaram acúmulo de S menor que os observados neste experimento. Andriolli et al. (2008) verificaram maior acúmulo de S nas folhas próximo aos 70 DAP.

Na Figura 11 são apresentados os micronutrientes para os quais a análise estatística indicou que houve interação entre V% e fontes de P na diferenciação.

Segundo Resende et al. (1999), os micronutrientes são acumulados ativamente, porém de forma inconstante desde os primeiros dias da cultura, sendo sua absorção aumentada a partir de 70 DAP com exceção do Cu cujo acúmulo foi praticamente constante. Já Souza et al. (2011) observaram que o acúmulo de micronutrientes, com exceção do Fe foi lento no início do ciclo da cultura, intensificando-se próximo aos 50 DAP, época em que também foi observado aumento no acúmulo de massa seca pelos bulbos.

Na Figura 11-a observa-se que o acúmulo de B foi maior no tratamento V80% SS+T1, diferindo de todos os demais. Esse tratamento também apresentou maior teor de B na parte aérea e maior acúmulo de K, Ca e Mg, além do maior teor de B no solo. O acúmulo de B observado neste experimento, foi maior que o observado por Souza et al. (2011), 0,12 mg/planta. Andriolli et al. (2008) observaram que a maior absorção de B ocorreu 90 DAP. Lembrando que o composto orgânico utilizado forneceu B e que sua absorção cresce linearmente com a concentração externa. Segundo Shelp (1993), o papel do B no metabolismo vegetal ainda não é claro, mas há evidências de que ele desempenhe funções no alongamento celular, na síntese de ácidos nucleicos, nas respostas hormonais e no funcionamento de membranas. Além disso, é ativador enzimático em diversos processos metabólicos (MENGEL & KIRKBY, 1987).

O maior acúmulo de Cu (Figura 11-b) ocorreu no tratamento V65% SS, não diferindo de V65% SS+T2. O maior valor de acúmulo de Cu neste experimento, 0,02 g/planta é menor que os verificados por Souza et al. (2011), 0,05 mg/planta. A disponibilidade de Cu é inibida pelo alto teor de matéria orgânica no solo, pelo pH elevado e pela presença de íons como Fe, Mn e Al. Resende (1997) observou que a extração de Cu em alho nobre vernalizado é maior que em alho semi-nobre, verificou também que o Cu apresentou um aumento constante no acúmulo total pela planta desde os 30 DAP. Andriolli et al. (2008) observaram que o Cu atingiu a máxima absorção aos 80 DAP.



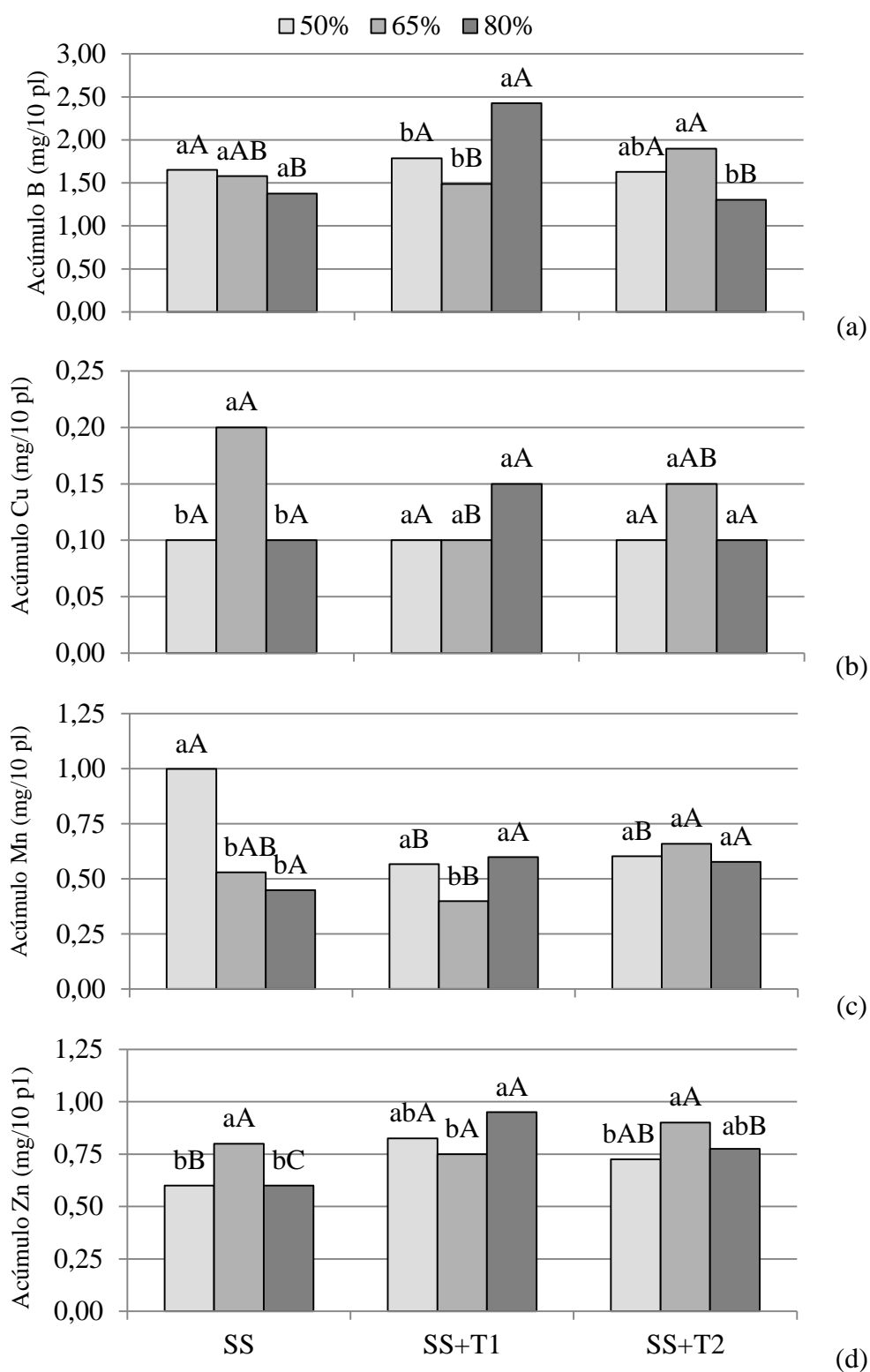


Figura 11. Acúmulo de B (a), Cu (b), Mn (c) e Zn (d) na parte aérea das plantas de alho na fase de diferenciação. Comparação de médias pelo teste Tukey  $P > 0,01$ . Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2.

Na Figura 11-c observa-se que o tratamento V50% SS apresentou maior acúmulo de Mn, diferindo dos demais, esse mesmo tratamento apresentou maior teor de Mn na parte aérea. O acúmulo de Mn observado neste experimento variou de 0,04 a 0,1 mg/planta, valores superiores aos observados por Souza et al. (2011), 0,027 mg/planta. Andriolli et al. (2008) que observaram que o acúmulo de Mn atingiu a máxima absorção aos 80 DAP. MALAVOLTA (2006) relatam que a disponibilidade do Mn é função do pH, considerando este como o fator mais importante, o autor cita que a calagem pode diminuir a disponibilidade de Mn seja por precipitação ou por auto oxidação. Büll et al. (2008), com resultados semelhantes aos obtidos por Büll et al. (1998) sugerem que a absorção de Mn está associada à maior liberação deste em função da redução de pH com a elevação da dose de P, concordando com Malavolta (2006) que afirma que o fosfato monocálcico dos superfosfatos, como o SS, acidificando o solo próximo ao local de aplicação poderia aumentar a disponibilidade de Mn.

Já o acúmulo de Zn (Figura 11-d) foi maior no tratamento V80% SS+T1, não diferindo de V65% SS+T1, sendo maior que o observado por Souza et al. (2011). Esse tratamento também apresentou maior acúmulo de K, Ca, Mg e B e maior teor de Zn no solo. A fase em que foi feita esta análise é coincidente com o período de maior absorção de Zn, que ocorre entre 80 e 85 DAP (ANDRIOLLI et al. 2008). Macêdo et al. (2011) relatam que maiores doses de P no solo podem reduzir a absorção de Zn, porém experimento realizado por Büll et al. (2008) em vasos em casa de vegetação, não foi observado efeito antagônico do P sobre a absorção de Zn. O Zn é ativador enzimático de diversos processos metabólicos como a produção de triptofano que é precursor das auxinas responsáveis pelo crescimento de tecidos da planta (MENGEL & KIRKBY, 1987)

### **4.3. Avaliações no momento da colheita**

#### **4.3.1. Número de folhas total e número de folhas verdes**

Na Figura 12 são apresentados os valores médios de número de folhas total no momento da colheita (131DAP). A análise de variância indicou que não houve interação entre fontes de P e saturação por bases no solo. Porém houve efeito significativo para as combinações de fontes de P ( $P > 0,05$ ).

Após a diferenciação, houve, em média, um aumento de 3 a 4 folhas por planta. Os tratamentos onde foi utilizada a combinação de SS+T1 foram os que apresentaram maior número de folhas no momento da colheita (13,2), não diferindo estatisticamente do tratamento com SS. Esses tratamentos também apresentaram maior média de teor e acúmulo de B na parte aérea na diferenciação e maior acúmulo de B e Zn nos bulbos após a cura. Já aqueles onde foi utilizado SS+T2 apresentaram menor número de folhas (12,8) na colheita e estes apresentaram na colheita menor acúmulo de B nos bulbos.

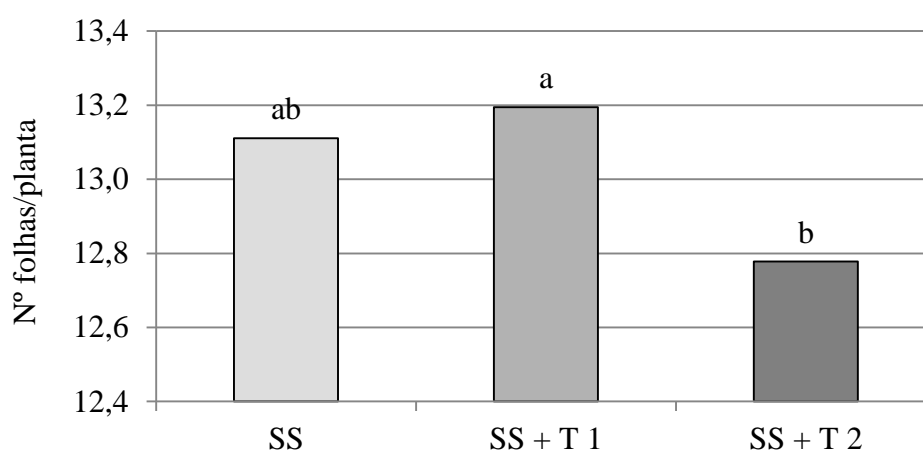


Figura 12. Média do número de folhas por planta de alho na fase de colheita para cada fonte de P. Comparação de médias pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ). Letras minúsculas comparam fontes de P. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2.

Os valores médios do número de folhas verdes por planta no momento da colheita estão apresentados na Figura 13. Verificou-se através da análise de variância que não houve interação entre as fontes de P e os níveis de saturações por bases nem efeito significativo das fontes de P e das saturações por bases no solo.

A média ficou entre 4,6 e 5,6 folhas verdes por planta, concordando com Souza et al. (2011) que, trabalhando com a mesma cultivar sob doses de N, observaram na colheita (130 DAP) em média 4,7 folhas por planta, não tendo sido observada diferença significativa para as doses de N. Relatam ainda que após os 81 DAP há redução no número de folhas verdes devido à senescência das plantas.

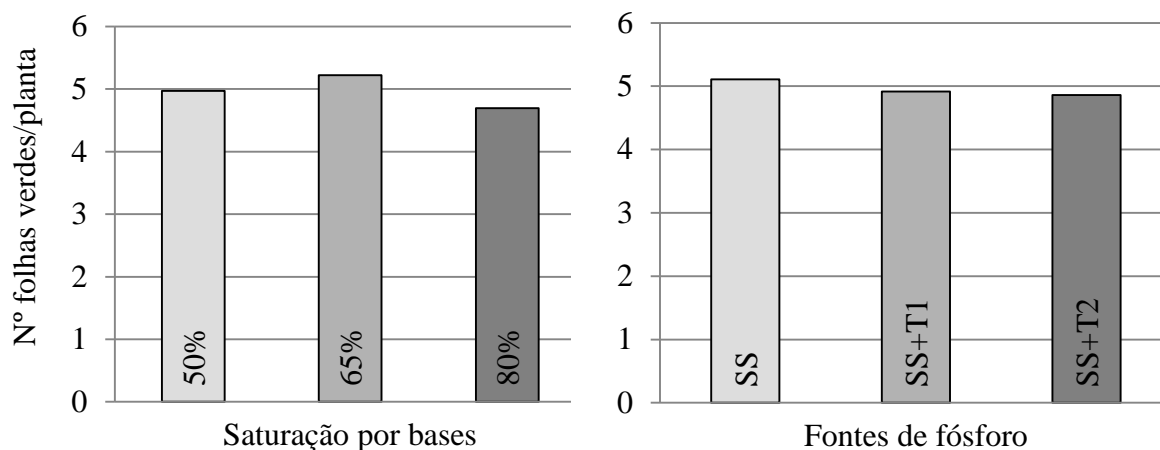


Figura 13. Média do número de folhas verdes por planta de alho na fase de colheita. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

#### 4.3.2. Massa média de bulbo

Na Figura 14 são apresentados os valores médios de massa de bulbos na colheita, não foram observadas anomalias ou sintomas de pragas e doenças nos bulbos, não havendo descarte. A análise de variância indicou que houve efeito de interação entre as fontes de P e as saturações por bases no solo.

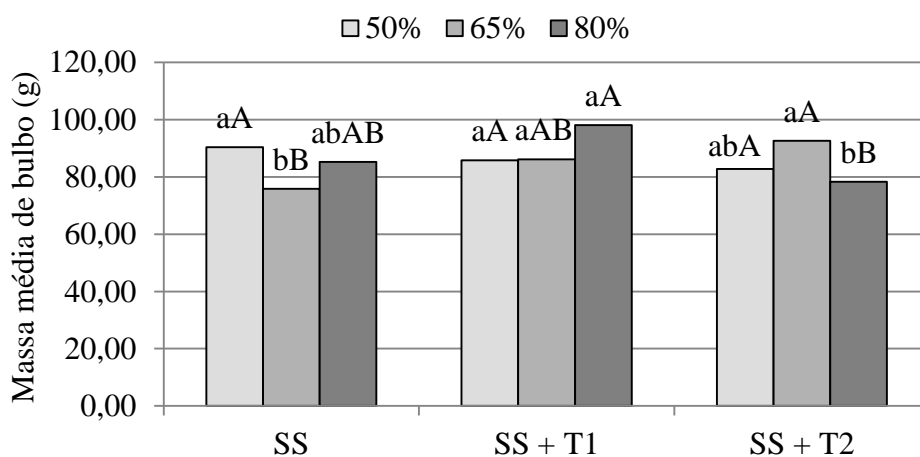


Figura 14. Média de massa de bulbo de alho na colheita. Comparação de médias pelo teste Tukey ( $P > 0,01$ ). Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

A maior massa de bulbo na colheita ocorreu no tratamento V80% SS+T1, 98,10 g/bulbo, não diferindo dos demais tratamentos na mesma fonte de P e de V80% SS. Sendo os tratamentos onde foi utilizada a fonte de P SS+T1 os que apresentaram maior número total de folhas até a colheita.

#### 4.4. Avaliações após a cura

##### 4.4.1. Massa média de bulbo

Na Figura 15 são apresentados os valores médios de massa de bulbos após a cura. A análise de variância indicou que houve efeito de interação entre as fontes de P e as saturações por bases no solo ( $P>0,01$ ).

Após a cura, o tratamento que apresentou maior massa de bulbo (44,7 g) foi V80% SS+T1, o mesmo tratamento que apresentou maior massa de bulbo na colheita, diferindo estatisticamente de todos os demais tratamentos. Considerando uma população 375.000 plantas/ha (Souza et al., 2011), a produtividade média desse tratamento seria de 16,77 t/ha. Porém vale ressaltar que o experimento foi conduzido em vasos em condição de casa de vegetação, isto é, em ambiente controlado.

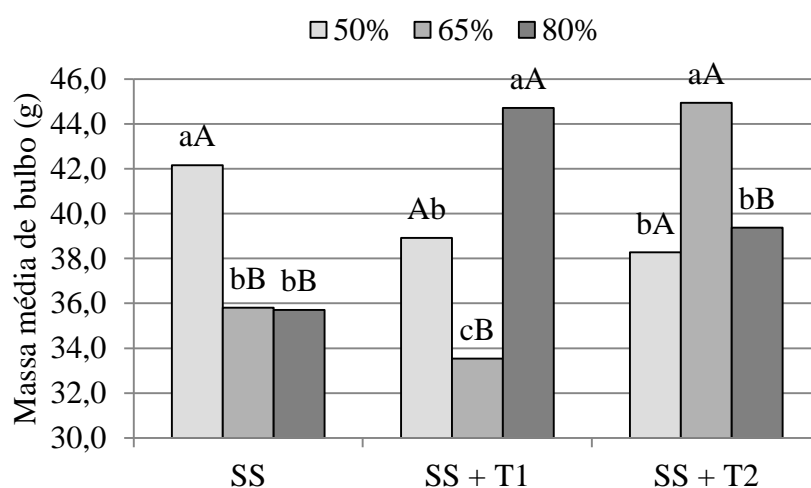


Figura15.Média de massa de bulbo de alho após a cura. Comparação de médias pelo teste Tukey ( $P>0,01$ ). Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2.

Fernandes (2008) em experimento de campo em Guarapuava obteve, em média, bulbos com 50,5 g. Villas Bôaset al. (2008) em experimento realizado em cultivo protegido em Santa Juliana – MG trabalhando com doses de P e K, observaram que amassa dos bulbos aumentou linearmente com a dose de P, obtendo bulbos com massa entre 22,8 e 25,6g. Lima et al. (2007) em experimento realizado em vasos em casa de vegetação, obtiveram bulbos com massa entre 20 e 25g em solo argiloso. Lima (2005) em experimento de campo com doses de N obteve como maior massa de bulbo 40,72g. Büllert al. (1998) em experimento em vasos observaram bulbos com no máximo 28 g.

O tratamento V80% SS+T1 que apresentou maior massa de bulbo, também apresentou na diferenciação, maior teor de N, B e Zn e maior acúmulo de N, Ca, B, Fe e Zn, e na após a cura, maior acúmulo de N, K, B e Zn.

#### 4.4.2. Índice de formato de bulbo

O IFB (Figura16) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos de acordo com a análise de variância, variando entre 0,71 e 0,76. Esses valores são próximos aos observados por Fernandes (2008), Lima et al. (2007) e Lima (2005), e sendo menores que os encontrados por Büllert al. (2004 e 1998). O IFB menor indica bulbos mais achatados, preferidos pelo mercado consumidor.

Lima et al. (2007) observaram que a fonte de P influenciou o IFB em cultivo em solo argiloso.

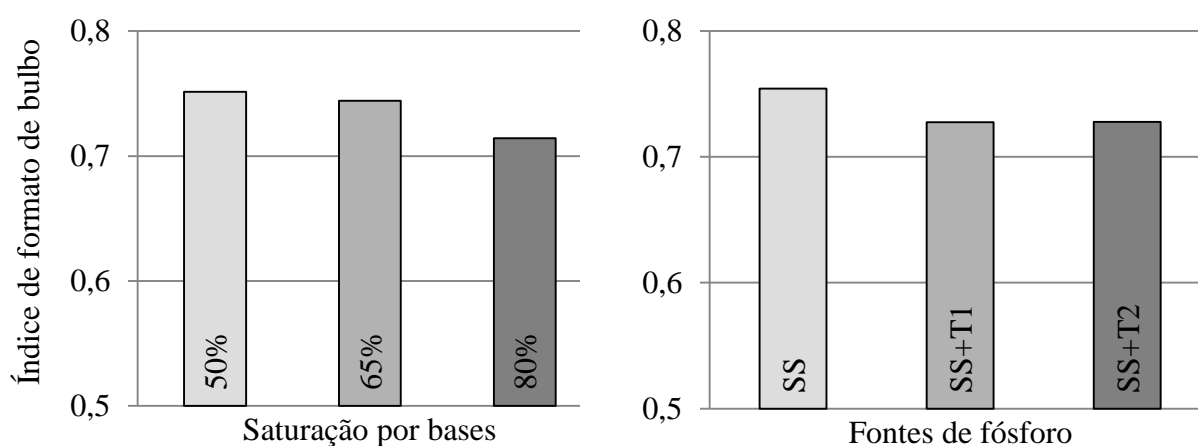


Figura16. Média do índice de formato de bulbo de alho. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2.

#### 4.4.3. Classificação dos bulbos

A classificação dos bulbos após o período de cura, segundo a portaria nº 242, de 17 de dezembro de 1992 do Ministério da Agricultura, é apresentada na Tabela 17. Através da análise de variância verifica-se que houve efeito de interação entre as fontes de P e os níveis de saturação por bases no solo ( $P > 0,01$ ).

Tabela 13: Classificação dos bulbos de alho após a cura.

	SS	SS + T1	SS + T2	Média Fonte P
V 50%	6,0 aA	6,0 aA	5,9 aA	5,97
V 65%	5,7 aAB	5,4 bB	6,0 aA	5,69
V 80%	5,8 aA	6,0 aA	5,8 aA	5,89
Média V%	5,83	5,81	5,92	

F (V% x fonte P): 2,78\*; F (V%): 3,93\*; F (fonte P): 0,65\*

Comparação de médias pelo teste Tukey ( $P > 0,01$ ). Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. <sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5% de probabilidade; \*\*: significativo a 1% de probabilidade. V: Saturação por bases; SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2.

Observa-se que o tratamento V65% SS+T1 apresentou bulbos com menor classificação, não diferindo de V65% SS. Estes tratamentos também apresentaram maior desuniformidade na classificação, apresentando bulbos de diferentes classes (Figura 18).

Nos tratamentos V50% SS e SS+T1 e nos tratamentos V65% SS+T2 e V80% SS+T1, houve maior uniformidade na classificação dos bulbos, nesses tratamentos todos os bulbos foram classificados na classe 6.

Vilas Bôaset al. (2008), trabalhando com doses de P e K na mesma cultivar, utilizando “alho-semente” com baixa infestação de vírus, obtiveram maiores porcentagens de bulbos nas classes 3 a 5, observando que as adubações potássica e fosfatada proporcionaram maior percentual de bulbos nas classes maiores. Fernandes (2008) observou que adubação nitrogenada também influenciou positivamente a classificação dos bulbos, havendo melhor classificação em função do aumento das doses de N, foram obtidos bulbos de classes 5, 6 e 7, sendo a maior porcentagem na classe 5.

Castellanos et al. (2002) afirmam que o tamanho reduzido dos bulbos afeta o valor do produto no mercado, diminuindo a rentabilidade do produtor, dessa

forma o aumento no diâmetro dos bulbos e conseqüentemente na sua classificação é interessante.

Na Figura 18 os bulbos foram distribuídos em porcentagem nas classes. Observa-se que nos tratamentos V50% SS, V50% SS+T1, V65% SS+T2 e V80% SS+T1 todos os bulbos foram classificados como classe 6, apresentando maior diâmetro, sendo assim mais valorizados no mercado. Os tratamentos V50% SS+T2, V65% SS, V80% SS e V80% SS+T2 apresentaram bulbos nas classes 5 e 6 em diferentes proporções. Já o tratamento V65% SS+T1 apresentou bulbos também na classe 4.

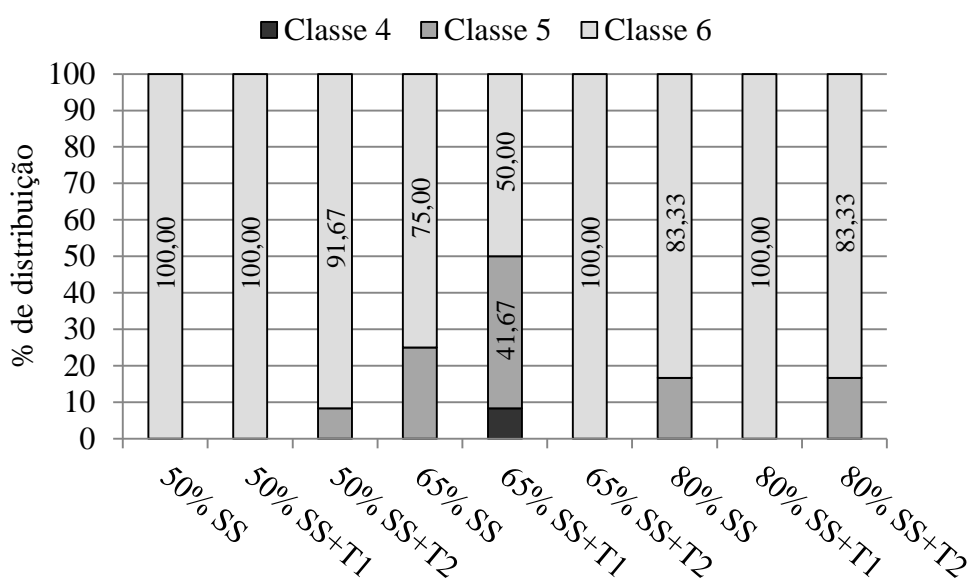


Figura 17. Porcentagem de distribuição dos bulbos de alho após a cura nas classes 4, 5 e 6. Classificação segundo a portaria nº 242, de 17 de dezembro de 1992 do Ministério da Agricultura. (SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2)

#### 4.4.4. Perda de água durante o processo de cura

A porcentagem de perda de água de cada tratamento durante a cura é apresentada na Figura 19. A análise de variância não indicou diferença significativa entre os tratamentos.

Segundo Oliveira (2011) o alho não é uma planta acumuladora de silício (Si), portanto a presença de Si nos termofosfatos não influenciou a perda de água pelos bulbos. Em plantas que acumulam Si, este é depositado principalmente na parede



celular (ADATIA & BESFORD, 1986), conferindo proteção às plantas e amenizando os efeitos de estresses de natureza biótica e abiótica (EPSTEIN,1999). O Si faz com as células epidérmicas fiquem mais grossas, limitando a perda de água e o ataque de patógenos (FERNANDES, 2008). Porém, a distribuição dos depósitos de Si nas plantas depende da espécie vegetal e das condições climáticas do ambiente onde elas crescem (WRANG et. al., 1998).

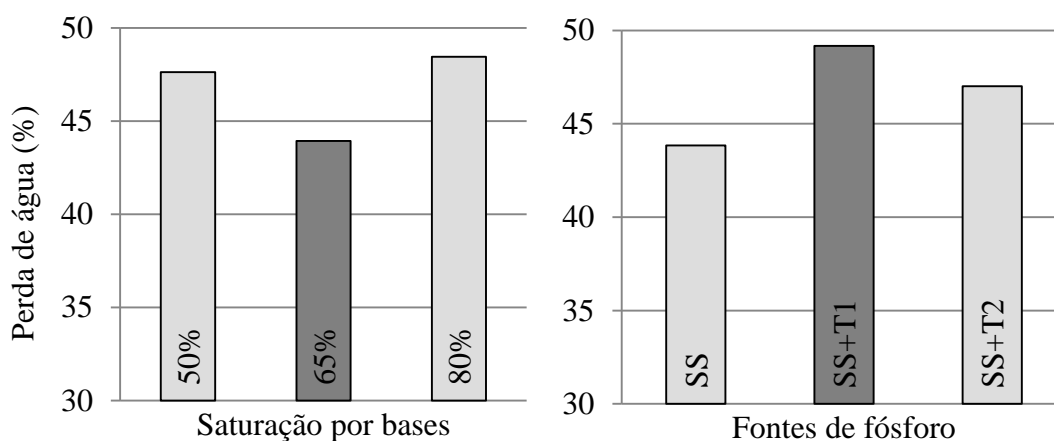


Figura18. Porcentagem de perda de água pelos bulbos de alho durante o processo de cura.(SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2).

#### 4.4.5. Acúmulo de nutrientes nos bulbos

Na Tabela 13 é apresentado o acúmulo de nutrientes nos bulbos após a cura. A análise de variância indicou que houve interação entre os fatores para Cu ( $P>0,01$ ). Para N, P, K, Ca, Mg, S, Fe e Mn não houve diferença significativa. Houve efeito das fontes de P para o acúmulo de B ( $P>0,01$ ) e Zn ( $P>0,05$ ).

O acúmulo de macronutrientes nos bulbos na colheita ocorreu na seqüência:  $N>K>S>P>Ca>Mg$ , exceto para o tratamento V65% SS+T2, onde o acúmulo de Ca foi maior que o de P. Souza et al. (2011) afirmam que o máximo acúmulo para todos o macronutrientes ocorreu na colheita (130 DAP)

Trabalhando com absorção de macronutrientes para a mesma cultivar, Souza et al.(2011) relataram que a extração dos macronutrientes na planta ocorreu na seguinte ordem:  $N>K>Ca>S>P>Mg$ , concordando com Andriolli et al. (2008) que observaram maior acúmulo de N, K e Ca nas plantas. Comparando-se com a

seqüência de acúmulo observada neste trabalho, o acúmulo no bulbo foi maior para S e P do que para Ca. Ressaltando-se que o acúmulo de S no alho está ligado ao acúmulo de compostos sulfurosos responsáveis pelo odor característico (RESENDE & CECÍLIO FILHO, 2009) e, entre outros compostos, por suas propriedades antioxidantes.

Andriolli et al. (2008) verificaram que maior absorção de N, P, K, Ca, Mg e S ocorreu entre 90 e 105 DAP, concordando com Resende et al. (1997) que observou maior absorção dos macronutrientes entre 90 e 110 DAP com exceção do Ca que apresentou maior absorção próximo aos 130 DAP.

Tabela 13. Acúmulo de nutrientes nos bulbos de alho após a cura.

Tratamentos	g/planta					mg/10 plantas					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SS	2,99	0,50	1,87	0,47	0,11	1,63	1,91	0,95	4,91	1,11	3,83
V50% SS+T1	3,05	0,51	1,80	0,47	0,11	1,60	2,13	1,02	4,80	0,96	4,82
SS+T2	2,74	0,48	1,64	0,44	0,12	1,45	1,83	0,95	4,47	1,21	4,01
Média 50%	2,93	0,50	1,77	0,46	0,12	1,56	1,95	0,97	4,73	1,09	4,22
SS	3,47	0,54	1,76	0,45	0,11	1,62	1,71	1,04	3,83	1,01	4,29
V65% SS+T1	2,79	0,48	1,52	0,53	0,12	1,53	2,01	0,99	3,74	0,95	4,87
SS+T2	3,32	0,55	1,85	0,47	0,13	1,75	1,93	1,28	4,89	1,15	4,69
Média 65%	3,19	0,52	1,71	0,48	0,12	1,63	1,88	1,10	4,15	1,04	4,62
SS	3,11	0,49	1,69	0,44	0,11	1,51	1,60	1,00	3,66	1,31	4,75
V80% SS+T1	3,75	0,65	1,98	0,54	0,15	1,80	2,41	1,28	4,87	1,26	5,75
SS+T2	2,68	0,46	1,56	0,44	0,12	1,41	1,67	0,73	4,25	0,95	3,90
Média 80%	3,18	0,53	1,75	0,47	0,13	1,58	1,89	1,00	4,26	1,18	4,80
Média SS	3,19	0,51	1,77	0,45	0,11	1,59	1,74	1,00	4,13	1,14	4,29
Média SS+T1	3,20	0,55	1,77	0,51	0,13	1,64	2,18	1,09	4,47	1,06	5,14
Média SS+T2	2,91	0,50	1,68	0,45	0,12	1,54	1,81	0,98	4,54	1,10	4,20
F (V% x fonte P)	1,77 <sup>ns</sup>	2,61 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	4,30**	0,74 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>
F (V%)	0,71 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>
F (fonte P)	0,71 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	6,70**	0,80 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	4,81*

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5% de probabilidade; \*\*: significativo a 1% de probabilidade  
V: Saturação por bases; SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

Já o acúmulo de micronutrientes para os tratamentos com SS+T1 em todas as saturações e o tratamento V65% SS ocorreu na seguinte ordem: Zn>Fe>B>Cu>Mn. Para os tratamentos V50% SS e SS+T2 e V80% SS+T2 a ordem de acúmulo foi Fe>Zn>B>Mn>Cu. No tratamento V65% SS+T2 a seqüência foi Fe>Zn>B>Cu>Mn e no tratamento V80% SS o acúmulo ocorreu na seguinte ordem: Zn>Fe>B>Mn>Cu.

Souza et al. (2011) observaram que a extração de micronutrientes ocorreu na seguinte ordem decrescente: Fe, B, Zn, Cu e Mn. Andriolli, et al. (2008)

observaram que os micronutrientes foram extraídos na seqüência: Fe>Zn>Mn>B>Cu. Ambos referem-se à extração pela planta e não ao acúmulo pelos bulbos. Ambos concordam com a observação feita por Resende et al. (1997) de que o Fe é o nutriente acumulado em maior quantidade pelo alho, sendo os demais acumulados em quantidades menores,

Segundo Souza et al. (2011), máximo acúmulo para todos os micronutrientes ocorreu na colheita, 130 DAP, coincidindo com o máximo acúmulo de massa seca pelos bulbos e pelas plantas. Andriolli et al. (2008) verificaram que para o acúmulo de micronutrientes, apenas o Cu atingiu máxima absorção 75 DAP, os demais apresentaram máxima absorção no final do ciclo 105 DAP. Resende et al. (1997) verificaram que a máxima absorção dos micronutrientes ocorreu 110 DAP, com exceção do Zn cuja máxima absorção ocorreu entre 90 e 130 DAP.

O acúmulo de Cu, apresentado na Figura 20, foi mais elevado nos tratamentos V80% SS+T1 e V65% SS+T2. O primeiro não difere das demais saturações por bases na mesma fonte de P nem de V80% SS. O segundo não difere de V50% SS+T2 e das demais fontes na mesma saturação. O tratamento com maior acúmulo no bulbo não coincide com o tratamento onde houve maior acúmulo na parte aérea na diferenciação. Vale lembrar que o Cu apresenta funções estruturais e enzimáticas, participando dos processos de fotossíntese, respiração, regulação hormonal e metabolismo de compostos secundários. Além disso, apresenta baixa mobilidade e redistribuição (MALAVOLTA, 2006).

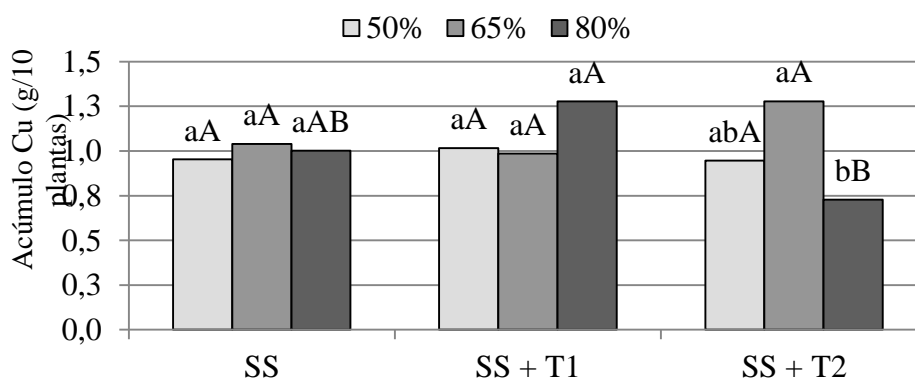


Figura 19. Acúmulo de Cu nos bulbos de alho após a cura. Comparação de médias pelo teste Tukey  $P > 0,01$ . Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2

Na Figura 21 observa-se que nos tratamentos onde a fonte de P utilizada foi SS+T1 houve maior acúmulo de B e Zn, diferindo das demais fontes. Dentre as fontes de P utilizadas, o T1 é o que apresenta maior teor de B e Zn, além disso o composto orgânico utilizado também forneceu esses nutrientes.

Os tratamentos com a fonte SS+T1 que apresentaram maior acúmulo de B nos bulbos também apresentaram menor porcentagem de perda de água durante a cura, concordando com Campos (1979), citado por Magalhães (1986) que relata a presença de maior teor de B na túnica dos bulbilhos de cultivares de alho que apresentam menor perda de massa no armazenamento.

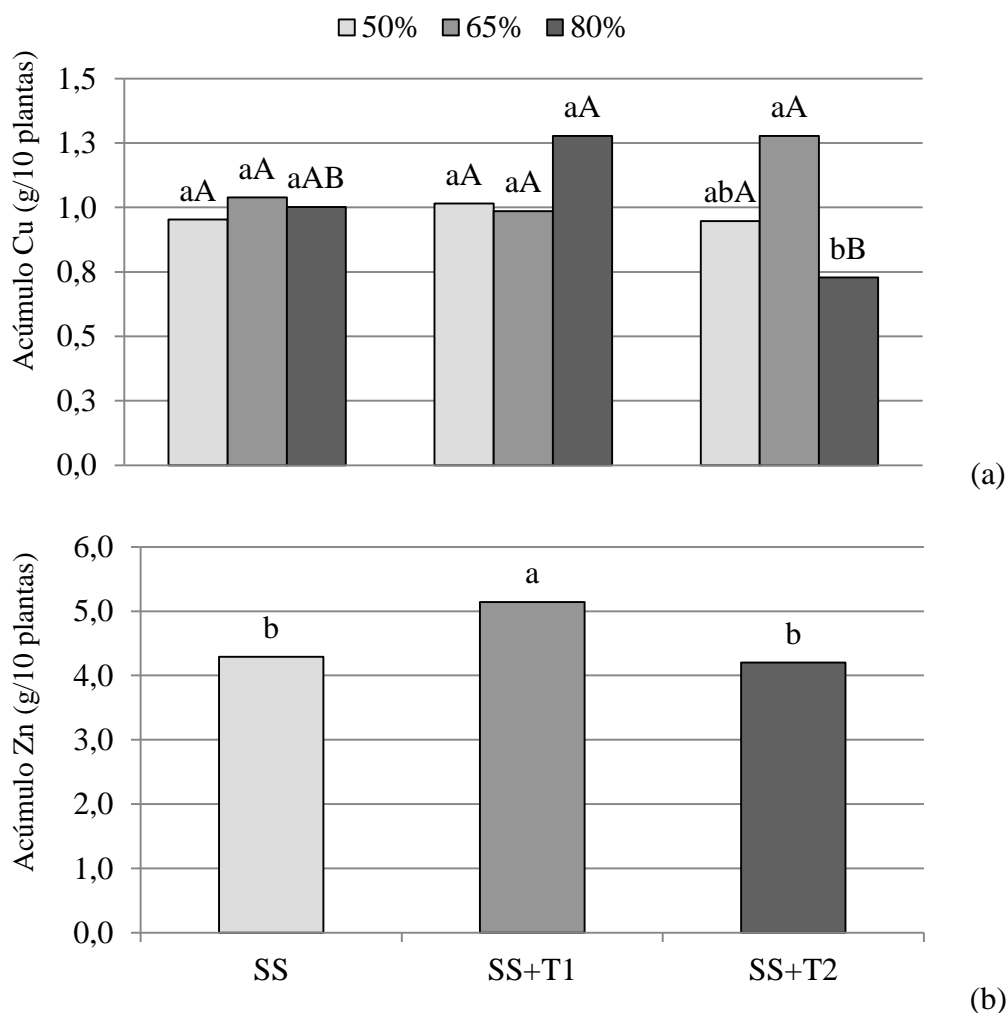


Figura20. Acúmulo de B (a) e Zn (b) nos bulbos de alho após a cura. Comparação de médias pelo teste Tukey  $P>0,01$  para B e  $P>0,05$  para Zn. Letras minúsculas comparam fontes de P. SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2.

## 4.5. Análises bioquímicas

### 4.5.1. Atividade antioxidante

Os resultados da análise de DPPH (Figura 21) indicam que no tratamento com saturação por bases 50% há maior atividade antioxidante quando foi utilizado SS+T1 e menor com SS. Na V 65% a fonte SS apresenta maior atividade antioxidante e a fonte SS+T2 menor. Quando V é 80 % não há diferença entre as fontes de P. Miller et al. (2000), estudando compostos antioxidantes em vários vegetais frescos, observou, em alho, valores superiores (equivalente TEAC) aos observados neste trabalho e em outras hortaliças.

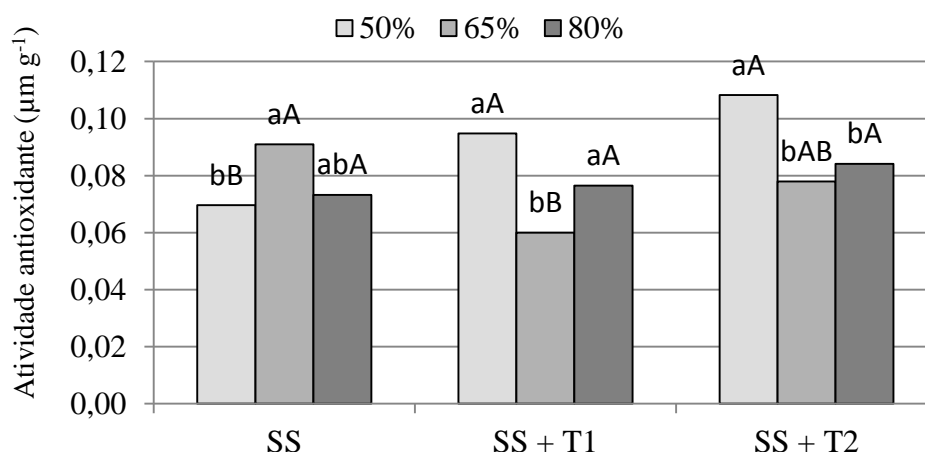


Figura 21. Atividade antioxidante (DPPH) em  $\mu\text{m g}^{-1}$  de matéria fresca (equivalente TEAC) nos bulbilhos de alho após a cura. Letras minúsculas comparam saturação por bases dentro de cada fonte de P e letras maiúsculas comparam fontes de P dentro de cada saturação por bases pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ ). SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato 1; T2: Termofosfato 2.

O poder antioxidante do alho pode ser atribuído à presença de compostos fenólicos (LANZOTTI, 2006) e compostos organossulfurados em sua composição. O conteúdo de compostos organossulfurados é bastante variável, sendo dependente da cultivar, da composição do solo, condições climáticas, época de colheita e manuseio pós colheita (SILVA et al., 2010).

#### 4.5.2. Teor de compostos fenólicos

Verificou-se na análise de fenóis totais que não há interação entre saturação por bases e as fontes de P utilizadas (Figura 22). No entanto, os teores de fenóis totais diferem significativamente a 1% de probabilidade entre os níveis de saturação por bases, sendo V50% a saturação com maiores teores de fenóis. Também houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre as fontes de P utilizadas, sendo o tratamento com SS+T1 o que apresentou maior teor de compostos fenólicos.

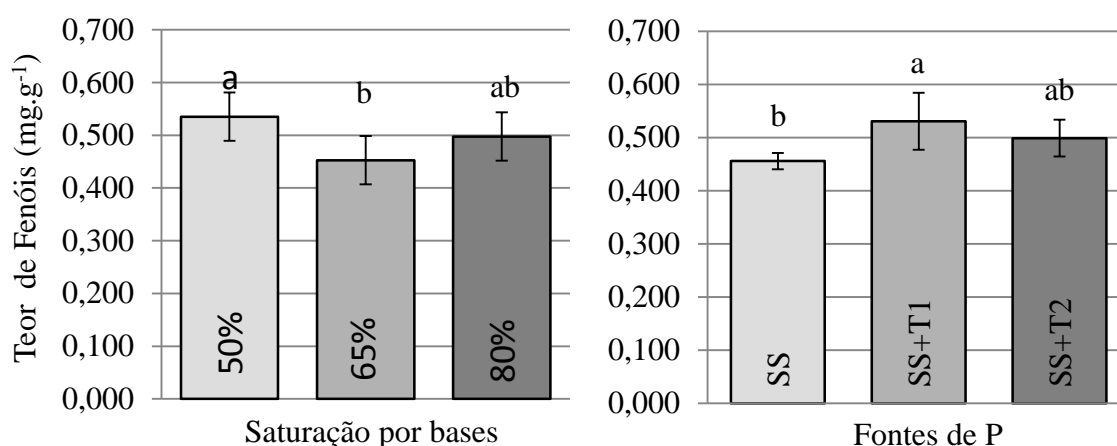


Figura22. Teor de fenóis totais ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria seca) nos bulbilhos de alho após a cura.

Letras minúsculas comparam médias de saturação por bases e de fonte de P pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ ). SS: Superfosfato Simples; T1: Termofosfato1; T2: Termofosfato 2.

Observa-se que os tratamentos onde foi utilizado SS+T1 também ocorreu maior acúmulo de B e Zn nos bulbos, maior teor e acúmulo de B na parte na diferenciação. Essa observação é contrária às afirmações de Malavolta (2006). Segundo o autor, um dos papéis do B é a formação de complexos com precursores de fenóis, desempenhando papel decisivo no acúmulo destes, o que é comum em tecidos onde há deficiência de B. Já o Zn é ativador de diversas enzimas (MAGALHÃES, 1986).

Amorim (1970) afirma que o estado nutricional da planta está intimamente ligado com a síntese de compostos fenólicos, pois os nutrientes minerais participam de todas as fases do metabolismo das plantas e sua falta ou excesso podem afetar esse processo. A saturação por bases no solo altera a disponibilidade de nutrientes, dessa forma pode também alterar o teor de fenóis nas plantas.

O teor de fenóis pode variar entre cultivos da mesma espécie, sua formação varia em função dos fatores genéticos, ambientais, variedade, nível de maturidade, processamento e armazenamento (MAZZA, 1995; KRIS-ETHERTON et al., 2004). Sabe-se, então, que o conteúdo de compostos fenólicos sofre influência das condições de cultivo (WANG et al., 1996). Análises mostraram que o genótipo e o local de cultivo explicam 35% e 1%, respectivamente da variação no conteúdo de fenóis totais em amostras de alho, sendo que a maior contribuição para a variação total (58%) foi devida à interação entre o genótipo e o local de plantio (BEATO et al., 2011).

Vários estudos são realizados visando aumentar o teor de compostos fenólicos nas plantas, seja pelo desenvolvimento de novas cultivares (PRIOR et al., 1998) ou adubações diferenciadas (BRUULSEMA et al., 2004). Porém, as práticas de produção que influenciam diretamente nos níveis de metabólitos secundários ainda não são bem conhecidas.

Segundo Queiroz (2009) em plantas deficientes em P a síntese de metabólitos secundários é inibida, entretanto existem poucos estudos a respeito da resposta da qualidade e quantidade destes metabolitos a diferentes teores de nutrientes no solo.

## 5. CONCLUSÃO

O número total de folhas por planta foi influenciado pelos tratamentos havendo interação entre a saturação por bases e as fontes de fósforo na fase de diferenciação e efeito apenas das fontes de P na colheita.

A massa média dos bulbos na colheita e após a cura e a classificação dos bulbos foi influenciada pelos tratamentos havendo interação entre os fatores.

Para o teor de nutrientes na parte aérea das plantas na fase de diferenciação houve interação entre os fatores para P e S, efeito da saturação por bases para Mg e Mn e das fontes de P para P, Mg, B, Mn e Zn.

O acúmulo de nutrientes na parte aérea na diferenciação foi influenciado pelos tratamentos havendo interação entre os fatores para P, K, Ca, S, B, Cu, Mn e Zn, efeito da saturação por bases para Mg, Cu, Mn e Zn e das fontes de P para P, Mg, B, Mn e Zn.

Para o acúmulo de nutrientes nos bulbos após a cura, houve interação entre os fatores para o Cu e efeito das fontes de P para B e Zn.

O teor de compostos fenólicos foi influenciado pelos níveis de saturação por bases e pelas fontes de P separadamente. Para a atividade antioxidante houve interação entre os fatores analisados.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, M.; RAJAT, S.; TOMAR, S. S.; SHARMA, K. K. Effect of nitrogen and potassium on the growth and yield of garlic. **Journal of Potassium Research**, v. 10, n. 4, p. 338-342, 1994.

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**, v. 58, p. 343-351, 1986.

AGARWAL, K. C. Therapeutic actions of garlic constituents. **Medicinal Research Reviews**, v. 16, p. 111-124, 1996.

AGRARIANAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2012.

ALMEIDA, A.; SUYENAGA, E. S. Pharmacological effect of garlic (*Allium sativum*, L.) and onion (*Allium cepa* L.) on the cardiovascular system: literature review. **Nutrire-Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 34; N. 1; p. 185-197, 2009.

AMAGASE, H. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. **Journal of Nutrition**, v. 136, p. 7165-7255, 2006.

AMARAL, F. A. L. do; SPIES, C. F.; BRAGA, J. M.; COUTO, F. A. A.; RESENDE, M. Localização de fertilizantes na cultura do alho (*Allium sativum* L.), **Experientiae**, v. 11, n. 5, p. 209-237, 1971.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 10, p. 1278-1284.

AMORIM, J. R. de A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. de; Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 167-176, 2002.

AMORIN, H. V. **The effect of nitrogen and carbohydrates on production of phenols by plant cell cultures**. 55 p. Dissertação. Ohio University, Ohio, 1970.

ANDRIOLI, F. F.; PRADO, R. M.; ANDRIOLI, I.; SAES, L. P. Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes pela cultura do alho sob condições de campo. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 385-393, 2008.

ARAÚJO, A. P. & MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.253-280.

ASSIS, R. P. **Produtividade e análise econômica do cultivo de alho vernalizado em função de doses de NPK**. 2010, 46p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; IMAIZUMI, I. Coloração verde nas folhas na cultura do alho vernalizado em resposta a adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 491-498, 2008.

BARNI, V.; GARCIA, A. Comportamento do alho Quitéria isento de vírus do estriado amarelo em diferentes condições de cultivo. **Hortisul**, Pelotas, v. 3, n. 3, p. 15-19, 1994.

BATAGLIA, O. C. Análise química de plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991.

BEATO, V. M.; ORGAZ, F.; MANSILLA, F.; MONTANO, A. Changes in phenolic compounds in garlic (*Allium sativum* L.) owing to the cultivar and location of growth. **Plant Foods for Human Nutrition**; v. 66, n. 3, p. 218-223, 2011.

BERNARDI, J. B.; INFORZATO, R.; IGUE, T. Influencia da adubação mineral (NPK) e micronutrientes na produção de alho. **Revista Olericultura**, v. 6, p. 48-52, 1966.

BOREK, C. Antioxidant and cancer. **Science & Medicine**, v. 4, p. 51-62, 1997.

BOREK, C. Antioxidant health effects of age garlic extract. **The Journal of Nutrition**, v. 131, p. 10105 – 10155, 2001.

BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E., BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm. Wiss. Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRUULSEMA, T. W.; PALIYATH, G.; SCHOFIELD, A.; OKE, M. Phosphorus and phytochemicals. *Bettercrops*, v. 88, n. 2, p. 6-8, 2004.

BÜLL L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, v. 61, p. 247-255, 2002.

BULL, L. T.; COSTA, M. C. G.; NOVELLO, A.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BOAS, R. L.. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. **ScientiaAgricola**, v. 61, n. 5, p. 516-521, 2004 .

BÜLL, L. T.; FORLI, F.; TECCHIO, M. A.; CORRÊA, J. C. Relações entre fósforo extraído por resina e respostas da cultura do alho vernalizado a adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 459-470, 1998 a.

BÜLL, L. T.; LACERDA, S.; NAKAGAWA, J. Termofosfatos: alterações em propriedades químicas em um Latossolo vermelho-escuro e eficiência agrônômica. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, 1997.

BÜLL, L. T.; NAKAGAWA, J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio:magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.409-415, 1995.

BULL, L. T.; NAKAGAWA, J.; DE PIERRI, J. C. Absorção de nutrientes e produção de alho em função de saturação de bases e de relação Ca:Mg do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.142-145, nov. 1993.

BULL, L. T.; NAKAGAWA, J.; DE PIERRI, J. C. Produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função da relação Ca:Mg do solo.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, Goiânia, 1993. **Anais...** Goiânia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.255-256.

BÜLL, L. T.; NAKAGAWA, J.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção de bulbos e incidência de pseudo-perfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássica e nitrogenada. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, Águas de Lindóia, 1996. **Resumos expandidos...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. (CD-ROM).

BÜLL, L. T.; NOVELLO, A.; CORRÊA, J. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Doses de fósforo e zinco na cultura do alho em condições de casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, 2008 .

BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado.

**ScientiaAgricola**, v. 55, p. 456-464, 1998 b.

BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. V.; FERNANDES, D. M.; BERTANI, R. M. A.

Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 1, p. 157-163, 2001.

CÂMARA, F. A. A. Obtenção de plantas de alho (*Alliumsativum* L.) a partir de meristemas e microbulbificação “in vitro”. 1988. 55f. Dissertação. ESAL, Lavras, 1988.

CAMPORA, P. S.; SAITO, C. Efeito de doses e épocas de cobertura nitrogenada em alho (*Alliumsativum* L.) **Ensaio e Pesquisas Batata, Cebola, Alho, São Paulo**, v. 2, p. 304-308, 1988.

CASTELLANE, P. D.; CHIARADIA, B. M.; DEMATTÊ, J. B. I. Influência da adubação nitrogenada via foliar sobre o comportamento de duas cultivares de alho nobre.

**Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 38, 1990. (Resumo)

CASTELLANE, P. D.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; SILVA, E. J.; YAMANE, M.

Efeitos de doses de superfosfato simples e de cobertura morta na cultura do alho (*Alliumsativum* L.) cvs. Hito, Quitéria e Roxo Pérola de Caçador. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 51, 1987. (Resumo)

CASTELLANOS, J. Z.; OJODEAGUA, J. L.; MÉNDEZ, F.; ALCANZAR, G.; VILLALOBOS-REYES, S.; VARGAS, P.; MUÑOZ-RAMOS, J. J. & LAZCANO-FERRAT, I. Potassium requirements for garlic under fertirrigation.

**BetterCropsInternational**, v. 16, p. 9-11, 2002.

CORRÊA T. M.; PALUDO, S. K.; RESENDE, F. V.; OLIVEIRA, P. S. R. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.: 601-604, 2003.

COSTA, T. M. P.; SOUZA, R. J.; SILVA, A. M. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Alliumsativum* L. cv. Juréia). **Ciência e Prática**, v. 17, n. 3, p. 239-246, 1993.

COSTA, W. S. & ARRUDA, J. F. Ensaio de adubação na cultura de alho (*Alliumsativum* L.) em Sete Lagoas-MG. **Olericultura**, Brasília, v. 13, p. 110-111, 1973. (Resumo)

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (Coords.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1993. p. 85-140.

- COUTO, F. A. A. Nota prévia sobre dosagens de boro e azoto na adubação de alho. **Olericultura**, Viçosa, v. 1, p. 39-45, 1961 a.
- COUTO, F. A. A. Observações sobre o efeito do azoto, fósforo e potássio na fertilização do alho. **Olericultura**, Viçosa, v. 1, p. 26-38, 1961 b.
- COUTO, F. A. A. Symptoms of mineral deficiency in garlic. **Proceedings American Society of Horticultural Science**, v. 68, p. 358-365, 1965.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, p. 1-11, 2009.
- DIMITRIOS, B. Sources of natural phenolic antioxidant. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 9, p. 505-512, 2006.
- EGEN-SCHWIND, C.; ECKARD, R.; KEMPER, F.H.; Metabolism of garlic constituents in the isolated perfused rat liver. **Planta Med**, v. 58, p. 301-305, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.
- FERNANDES J. C. F. Resposta a nitrogênio por plantas de alho (*Allium sativum*) livres de vírus. 2008. 72p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.
- FERNANDES J. C. F.; BÜLL L. T.; CORRÊA J. C.; PAVAN M. A.; IMAIZUMI, I. Resposta de plantas de alho livres de vírus ao nitrogênio em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 97-101, 2010..
- FERRARI, V. A; CHURATA-MASCA, M. G. C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e de bórax na produção de alho (*Allium sativum* L.). **Científica**. Jaboticabal, n. 3, p. 254-262, 1975.
- FERREIRA, F. A.; CARDOSO, M. R. O.; ALVARANGA, M. A. R. Adubação fosfatada e calagem na cultura do alho (*Allium sativum* L.) em solos de baixada no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19, Florianópolis, 1979. **Resumo...** Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1979. 190p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

GARCIA, A.; PETERS, J. A.; CASTRO, L. A. S. Formação de estoques pré-básicos de alho-semente e estudo da sensibilidade da cultura à infecção por vírus. **Hortisul**, v. 1, n. 1, p. 42-44, 1989.

GARCIA, D. C.; DETTMANN, L. A.; BARNI, V.; LOPES, S. J. Efeito de níveis de nitrogênio no rendimento de alho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 299-302, 1994.

GIBBS, A.; HARRISON, B. **Plant Virology: the principles**. New York: Butter and Turner, 1979. 292 p.

GOEDERT, W. J., SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Fósforo, In: GOEDERT, W. J. (Ed.) **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo, Nobel, 1985. P. 129-163.

HAGERMAN, A. E.; ZHAO, Y.; JOHNSON, S.; **Antinutrients and Phytochemicals in Food**. 1997. 344p.

HIROSE, T.; TAKARADA, J. K.; MIMAKI, A. Y.; ARIZAWA, M.; MUKAI, Y. Níveis de nitrogênio na cultura de alho vernalizado cv. Ito. Horticultura Bto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, p. 56, 1989.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**: pesquisa mensal e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, 2011, 80 p.

IZIOKA, H. Influência da torta de mamona e da cobertura nitrogenada na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador, em dois tipos de solo, 1990, 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

JONES, H. A.; MANN, L. K. Garlic. In: **Onions and their allies**. London: Leonard Hill Books, 1963. p. 210-229.

JUNQUEIRA, R. M. D.; IZIOKA, H. Efeito de diferentes níveis e épocas de cobertura nitrogenada em alho (*Allium sativum* L.) na região de Botucatu – SP. **Ensaio e Pesquisas: batata, cebola e alho**, v. 2, p. 304-308, 1988.

JUNQUEIRA, R. M. D.; TATIGONE, H. C.; CARBULHA NETO, E. Comparativo entre 4 diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura na cultura do alho (*Allium sativum* L.) na região de Pouso Alegre-MG. **Ensaio e Pesquisas Batata, Cebola Alho**, São Paulo, v. 2, p. 300-303, 1989

KLAR, A. E. ; SCALOPI, E. J. . Potenciais de umidade do solo e nitrogênio em cobertura afetando uma cultura de alho. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, p. 1045-1049, 1972.

KRIS-ETHERTON, P. M. Bioactive compounds in nutrition and health-research methodologies for establishing biological function: the antioxidant and anti-inflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis. **Annual Reviews of Nutrition**, Califórnia, v.24, p. 511-538, 2004.

KRIS-ETHERTON, P.M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT, K. F.. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American Journal of Medicine**, v. 113, p. 71-78, 2002.

LANA, R. M. Q.; ZANÃO, L. A.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, J. C. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 525-528, 2004.

LANARV, Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Análise de Corretivos, fertilizantes e Inoculantes**. Métodos Oficiais. 103 p. 1988.

LANZOTTI, V. The analysis of onion and garlic. **Journal of Chromatography**; v. 1112, p. 3-22, 2006.

LIJIU, L.; XISHENG, G.; QINGSONG, Z.; HONGMIN, X.; LIN, Z. Balanced fertilization increases garlic yield in Anhui. **Better Crops**, v. 8, n. 4, p. 30-35, 2004.

LIMA, C. P. de; BÜLL, L. T.; MANETTI; BACKES, C.; VILLA BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G. Efeito residual da adubação fosfatada sobre a cultura do alho vernalizado. **Bioscience Journal**, v. 23; n. 4; p. 1-10, 2007.

LIMA, C. P. Medidor de clorofila na avaliação de nutrição nitrogenada na cultura do alho vernalizado. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

LIMA, J. A.; SOUZA, A. F.; CASTOR, O. S.; MENEZES SOBRINHO, J. A. Efeitos de matéria orgânica e vermiculita na produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 41-45, 1984.

LISBÃO, R. S.; TRANI, P. E.; HIROCE, R.; FORNASIER, J. B. Crescimento e absorção de nutrientes pelo alho (*Allium sativum* L.), Roxo Pérola de Caçador, cultivado em condições de campo. **Revista de Agricultura**, v. 66, n. 3, p. 271—295, 1991.

MACÊDO, F. S. Marcha de absorção de nutrientes e produtividade em alho vernalizado proveniente da cultura de meristemas sob doses de nitrogênio e molibdênio. 2008. 63p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

MACEDO, F. S.; SEDOGUCHI, E. T.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G. . Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 3, 2011.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Bragantia**, v.68, p. 657-663, 2009.

MACHADO, A. S. Efeito de doses de potássio (Cloreto de potássio) em alho cultivada proveniente de cultura de tecidos e de propagação convencional, 2000, 28p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2000.

MACHADO, M. O.; VIZZOTTO, V. J.; DITTRICH, R. C. Adubação fosfatada na cultura do alho *Allium sativum* L. num Latossolo de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19. **Resumos...** Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1979a.

MACHADO, M. O.; VIZZOTTO, V. J.; MULLER, J. J. V. Efeito de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio e da adição de boro e de enxofre sobre os rendimentos do alho *Allium sativum* L. num Latossolo de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19. **Resumos...** Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1979 b. p. 208-210.

MAGALHÃES, J. R. de. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, v.12, p.20-30, 1986.

MAGALHÃES, J. R.; MENEZES SOBRINHO, J. A. de; FONTES, R. R.; SOUZA, A. F. Diagnose por subtração, visando o levantamento dos nutrientes limitantes para a cultura do alho em solo de cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 19, 1979, Florianópolis, SC. **Resumos...** Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1979, v. 2, p. 197-198.

MAKSoud, M. A.; FODA, S.; TAHA, E. M. Effect of different fertilizers on quality and yield of garlic. **Egyptian Journal of Horticulture**, v. 11, n. 1, p. 51-58, 1984.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 2006. 638 p

MALAVOLTA, E.; SANTOS, J. F. C. **Efficiency of the use of nutrients in acid soils – management of soil, fertilizer and crop**. Piracicaba: CENA, USP, 1996. 110 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201p.



MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997, 359 p.

MANGAL, J. L.; SINGH, R. K.; YADAV, A. C.; LAL, S.; PANDEY, U. C. Evaluation of garlic cultivars for salinity tolerance. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 65, n. 6, p. 657-658, 1990.

MARCHIORI, V. F. **Propriedades Funcionais do Alho**. 2003. Site: [www.esalq.usp.br/siesalq/pm/alho\\_revisado.pdf](http://www.esalq.usp.br/siesalq/pm/alho_revisado.pdf). Acessado em 11/09/12.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A.; SILVA, H. R. Produção de alho sob diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p.191-194, 2002.

MASCARENHAS, M. H. T.; VIANA, M. C. M.; LARA, J. F. R. Efeito de doses crescentes de composto orgânico sobre a perda de massa de bulbos de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 83, 1993.

MAZZA, G. Anthocyanins in grapes and grape products. **Critical Review Food Nutrition**, v.35, p. 341–371, 1995.

MELO, J. P. L.; OLIVEIRA, A. P. Produção de alho em função de diferentes níveis de água e esterco bovino no solo. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 11-15, 1999.

MENEZES SOBRINHO, J. A. Origem Botânica do Alho. **Informe Agropecuário**, v. 4, n. 48, p.14, 1978.

MENEZES SOBRINHO, J. A.; MAGALHÃES, J. R.; FONTES, R. R.; NOVAES, R. F.; REGINA, S., M. Efeito da aplicação de doses de nitrogênio e de cobertura morta sobre a produção de três cultivares de alho. **Revista de Olericultura**, Brasília, DF, v. 13, p. 89, 1973.

MENEZES SOBRINHO, J. A.; MAGALHÃES, R. F.; FONTES, R. R.; NOVAES, R. F.; REGINA, S. M. Efeitos de níveis e formas de cálcio na produção de alho em solo de cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA; 19. Florianópolis, 1979. **Resumos...** Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1979. p. 211-213.

MENEZES SOBRINHO, J. A.; MAGALHÃES, R. F.; FONTES, R. R.; NOVAES, R. F.; REGINA, S. M. Efeitos de níveis e formas de cálcio na produção de alho em solo de cerrado do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA; 19. Florianópolis, 1979. **Resumos...** Florianópolis, Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária/Sociedade de Olericultura do Brasil, 1979. p. 211-213.

MENEZES SOBRINHO, J. A.; NOVAIS, R. F.; SANTOS, H. L.; SANS, L. M. A. Efeito da aplicação de doses de nitrogênio e da cobertura morta sobre a produção de três cultivares de alho. **Revista Ceres**, v.21, p. 458-469, 1974.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. p. 525-536.

MIEAN, K. H.; MOHAMED, S. Flavonoiud (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin and apigenin) content of edible tropical plants. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 49, p. 3106-3112, 2001.

MILLER, HE, RIGELHOF, F, MARQUARTL, L, PRAKASH A, KANTER, M. Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables, **Journal of the American College of Nutrition**; 19:1-8, 2000.

MINARDI, H. R. G. Effect of clove size, spacing, fertilizers, and lime on yield and nutrient content of garlic (*Allium sativum* L.). **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 6, p. 139-143, 1978.

MIRON, T.; SHIN I.; FEIGENBLAT, G.; WEINER, L.; MIRELMAN, D.; WILCHEK, M.; RABINKOV, A.; A spectrophotometric assay for allicin, alliin, and alliinase (alliinlyase) with a chromogenic thiol: reaction of 4-mercaptopyridine with thiosulfinates. **Analytical Biochemistry**, United States, v.307, n.1, p.76-83, 2002.

MORAES, E. C. Diferentes fontes e nitrogênio e a aplicação de bórax, sulfato de magnésio e sulfato de zinco na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 80, 1985. (Resumo)

MORAES, E. G.; LEAL, M. L. S. Influência de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de superbrotamento na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 61, 1986. (Resumos).

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A. C. Eficiência de fontes e doses de fósforo na alfafa e centrosema cultivadas em Latossolo Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, 2002.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora da universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

MORELLI, J.L.; NELLI, E.J.; BAPTISTELLA, J.R.; DEMATTÊ, J.L.I. Termofosfato na produtividade da cana-de-açúcar e nas propriedades químicas de um solo arenoso de baixa fertilidade. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 15:57-61, 1991.

NAKAGAWA, J. Nutrição e adubação da cultura do alho. In: FERREIRA, M. E.; CASTELANE, P. D.; CRUZ, M.C.P. (Eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós. 1993. p. 341-380.

NAKAGAWA, J.; BÜLL, L. T.; BOARETTO, A. E. & FELIPPE, L. A. Avaliação do efeito do termofosfato na fertilidade de dois solos através do uso de métodos químico e biológico. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.58, p.125-139, 1983.

NAKAGAWA, J.; IZIOKA, H.; UENO, M. N.; PIERI, J. C. Efeitos das aplicações de doses de calcário, de fosfogesso e do KCl no superbrotamento do alho. **Horticultura Brasileira**, v.6, p.68, 1988.

NAKAGAWA, J.; IZIOKA, H.; UENO, M. N.; PIERI, J. C. Efeitos das aplicações de doses de calcário, de fosfogesso e do KCl no superbrotamento do alho, II. **Horticultura Brasileira**, v.7, p.67, 1989.

NAKAGAWA, J.; KATO, A.H.; IZIOKA, H.; PIERI, J. C. Efeitos de doses e de épocas de aplicação de potássio no superbrotamento do alho. **Horticultura Brasileira**, v.8, p.55, 1990 a.

NAKAGAWA, J.; KIMOTO, T.; UENO, M. N. Efeito de doses crescentes de calcário na produção de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 67, 1987 (Resumo)

NAKAGAWA, J.; ROSA, J. C.; KIMOTO, T.; KUROZAWA, C. Efeitos de micronutrientes na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 62, 1986. (Resumo)

NAKAGAWA, J.; SAKAMOTO, H.; UENO, M. N. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 55, 1990 b.

NAKAGAWA, J.; SAKAMOTO, H.; UENO, M. N. Efeito de doses e épocas de aplicação de N em cobertura na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, p. 50, 1990c.

NAKAGAWA, J.; YASUDA, M.; SAKAMOTO, H.; BÜLL, L. T.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito dos tipos de termofosfatos na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 206, 1998.

NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; PAULA, M. B. de; FARIA, J. F. Gesso, fosfato natural e adubo verde na cultura do alho em solo aluvial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 13, n. 3, p. 349-354, 1989.

NOGUEIRA, I. C. C.; FERREIRA, F. A.; PEDROSA, J. F. Efeito do parcelamento da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas e produção de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Juréia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20. Brasília, 1980. **Resumos...** Brasília, EMBRAPA/EMBRATER, 1980, p. 86-87.

NOVAIS, R. F. & MENEZES SOBRINHO, J. A. Efeito da aplicação de boro, molibdênio e zinco no solo sobre a produção e conservação do alho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 19, p. 1-6, 1972.

NOVAIS, R. F. de; MENEZES SOBRINHO, J. A. de; SANTOS, H. L. dos; SANS, L. M. A. Efeito da adubação nitrogenada e da cobertura morta em três espaçamentos de plantio, sobre teores de N, P, K, Ca e Mg na folha do alho “Amarante”. **Revista Ceres**, v. 21, n. 118, p. 486-499, 1974.

NUUTILA, A. M. PUUPPONEN-PIMIA, R.; AARNI, M.; OKSMAN-CALDENTY, K. M. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 81, p. 485-493, 2003.

OLIVEIRA, G. D.; FERNANDES, P. D.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XIII. Extração dos macronutrientes pelas hortaliças. **O Solo**, Piracicaba, v. 63, p. 7-12, 1971.

OLIVEIRA, N. G. de. Silício e nitrogênio em alho vernalizado com limpeza de vírus. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia -Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PATEL, B. G.; KHANAPARA, V. D.; MALAVIA, D. D.; KANERIA, B. B. Performance of drip and surface methods of irrigation for garlic (*Allium sativum*, L.) under varying nitrogen levels. **Indian Journal of Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 174-176, 1996.

PAULA, M. B. de; NOGUEIRA, F. D.; FONTES, P. C. R.; LOPES, A. S. Produção de bulbos e concentração de nutrientes em folhas de alho sob a influência da calagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 33, p. 496-505, 1986

PAVAN, M. A. Viroses em alho nobre: identificação, estabelecimento de métodos eficientes para obtenção de plantas livres de vírus, seleção de clones assintomáticos em campo e avaliação comparativa do desempenho em condições controladas. 1998. 116 f. Tese (Livre docência disciplina de fitopatologia Geral) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

PEIXOTO, N.; FILGUEIRA, F. A. R. Efeito de níveis de boro na produção e conservação de alho em Anápolis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, n.1, p.47-48, 1983.

PELLEG, H.; NAIM, M.; ROUSEFF, R. L., ZEHAVI, U. Distribution of bound and free phenolic acid in oranges (*Citrus sinensis*) and grapefruits (*Citrus paradisi*). **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 57, p. 417-426. 1991.

PEREIRA, E.B. Efeito da adubação orgânica com composto sobre a cultura de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 33, 1987.

PETERS, J. A.; CASTRO, L. A. S.; GARCIA, S.; PATELLA, A. E. C. Cultura de meristemas e indexação de plantas de alho. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 36-41, 1989.

PETRAZZINI, L. L. Produção de alho vernalizado em função de doses de cálcio, magnésio e silício. 31p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PRIOR, R.; CAO, G., MARTIN, A.; SOFIC, E.; McEWEN, J.; O'BRIEN, C.; Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinun* species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 2686-2693, 1998.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2000. 111p.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. Produtividade esperada. 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: IAC, 1997.p.13-14. (Boletim Técnico, 100)

QUEIROZ, Y. S. **Efeito do processamento do alho (*Allium sativum* L.) sobre os seus compostos bioativos e potencial antioxidante *in vitro* e *in vivo***. 2010. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências no programa de Pós-graduação em Nutrição em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico, 2001. 284p.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. Boletim Técnico, 100

RESENDE, F. V. Crescimento, absorção de nutrientes, resposta à adubação nitrogenada e qualidade de bulbos de alho proveniente de cultura de tecidos. 1997. 139p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1997.

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho proveniente de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agraria**, v. 57, p. 61-66, 2000.

RESENDE, F. V.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V.; RESENDE, J. T. V. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 118-124, 1999..

- RESENDE, G. M. Influência do nitrogênio e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Quitéria. 1992. 107p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1992.
- RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.126-129, 2001.
- RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho cv. Quitéria. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.188-191, 2001.
- RESENDE, G.M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.126-129, 2001.
- RESENDE, G.M.; SOUZA, R. J.; LUNKES, J. A. Influência do nitrogênio e paclobutrazol em alho cv. Quitéria. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.126-128, 1993.
- REZENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J. de; SILVA, V. S. Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 220-226. 1999.
- REZENDE, F. V.; SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M. Comportamento em condições de campo de clones de alho obtidos por cultura de meristema. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 44-46, 1995.
- REZENDE, G. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Nutrição, calagem e adubação. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (eds). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras; Editora UFLA, p. 63-93, 2009.
- RICHARDSON, S. J. Free radicals in the genesis of Alzheimer's disease. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 695, p. 73-76. 1993.
- RUIZ, S. R. Variación estacional de los tenores foliares de N, P, K, Ca, Mg y microelementos y estandares preliminares para N em ajos. **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 45, n. 2, p. 159-161, 1985
- SANTOS, M. L. B. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de dois cultivares de alho (*Allium sativum* L.). 1980. 74p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1980.
- SCALOPI, E.S.; KLAR, A. E.; VASCONCELLOS, E. F. C. Irrigação e adubação nitrogenada na cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 63-66, 1971.

- SEDOGUCHI, E. T. Produtividade em alho vernalizado, proveniente de cultura de meristemas, sob doses de fósforo, nitrogênio e potássio. 2008, 77p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- SENO, S. ; SALIBA, G. G. ; PAULA, F. J. ; KOGA, P. S. . Efeitos do fósforo e húmus de minhoca, na cultura do alho (*Alliumsativum* L.), cv. Roxo Pérola de Caçador. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 3, n.1, p. 27-32, 1994.
- SENO, S. ; SALIBA, G. G. ; PAULA, F. J. ; KOGA, P. S. ; ARANTES, A. L. S. . Efeitos de tipos e doses de adubo orgânico na cultura do alho, cv. Roxo Pérola de Caçador, na região de Ilha Solteira SP. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 2, n.1, p. 111-118, 1993.
- SENO, S. ;SELEGUINI, ALEXSANDER ; KOGA, P. S. Tempo de vernalização pré-plantio e época da aplicação do nitrogênio na cultura do alho. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 18, p. 75-82, 2009.
- SENO, S. Efeitos do turno de irrigação e doses de nitrogênio na cultura do alho (*Alliumsativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira -SP, v. 6, n.1, p. 29-40, 1997.
- SENO, S.; FERNANDES, F. M.; SASAKI, J. L. S. Influência de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do alho (*Alliumsativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador, na região de Ilha Solteira-SP. **Cultura Agronômica**, v.3, p.9-20, 1994.
- SENO, S.; SALIBA, G. G.; PAULA, F. J. Efeito de doses de fósforo e esterco de galinha na produção do alho (*AlliumSativum* L.). **Científica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 127 - 133, 1996.
- SENO, S.; SALIBA, G. G.; PAULA, F. J. Utilização de fósforo e esterco de curral na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 196 - 199, 1995.
- SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P. K. J. P. D. Phenolicantioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 32, p. 67-103, 1992.
- SHELP, B. J. Physiology and biochemistry of born in plants. In: GUPTA, U. C. (Ed.) **Boron and its role in crop production**. Boca Ration: CRC, 1993, p. 53-85.
- SILVA, E. C, MACHADO, A. S, SOUZA, R.J. & CALDERÓN, J. F. T. Efeito de doses de potássio (cloreto de potássio) e nitrogênio (sulfato de amônio) em alho proveniente de cultura de tecidos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, p. 917-923, 2000.
- SILVA, E. Y. Y. da; MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M.. Compostos funcionais presentes em bulbilhos de alhos armazenados sob refrigeração, provenientes de cultivos no Brasil e na China. **Ciencia. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 12, Dec. 2010.

SILVA, N.; OLIVEIRA, G. R.; VASCONCELOS, E. F. C.; HAAG, H. P. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 8-17. 1970.

SILVA, N; OLIVEIRA, G. D.; VASCONCELLOS, E. F. C.; HAAG, H. P. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. (eds). **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill. P. 241-256. 1981.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, p. 144-158, 1965.

SOTOMAYOR, R. I. Efeito de La fertilization nitrogenada y densidad de plantas em La productions de ajos. **Agricultura Técnica**. v. 35, p. 175-178, 1975.

SOUZA, E. C. A.; FERREIRA, M. E. Zinco. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.219-242.

SOUZA, R. J. de. Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.). 1990. 143p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1990.

SOUZA, R. J. de; CASALI, V. W. D. Influência do nitrogênio e cycocel na cultura do alho (*Allium sativum* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.1, p.69-78, jan./mar. 1991.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Absorção de nutrientes em alho vernalizado proveniente de cultura de meristemas cultivado sob doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 498-503, 2011.

SOUZA, R. J.; PAULA, M. B.; CECÍLIO FILHO, A. B. Alho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.178.

SUMI, S.; CSTELLANE, P. D.; BELLINGIERI, P.; CHURATA-MASCA, N; G. C. Cobertura morta e doses de superfosfato simples na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 32-34, 1986.

TRANI, P. E.; LISBÃO, R. S.; FORNASIER, J. B. Efeito do nitrogênio, potássio e da cobertura morta na produtividade de alho "Roxo Pérola de Caçador", em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. **Anais**. Piracicaba: SBSCS, 1992. p. 264-265.

TRANI, P. E.; TAVARES, M.; SIQUEIRA, W. J.; SANTOS, R. R.; BISÃO, L. G.; LISBÃO, R. S. 1997. **Cultura do alho: recomendações para seu cultivo no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico. 39 p. (Boletim Técnico, 170).



- VASCONCELLOS, E. F. C.; SCALOPI, E. J.; KLAR, A. A influência da irrigação e adubação nitrogenada na precocidade e "superbrotamento" da cultura do alho (*Allium sativum*, L.). **O Solo**, v. 63, n. 2, p. 15-19, 1971.
- VERMA, D. P.; SHARMA, B. R.; CHADHA, A. P. S.; BAJPAI, H. K.; BHADAURIA, U. P. S. Response of garlic (*Allium sativum* L.) to nitrogen, phosphorus and potassium levels. **Advances in Plant Sciences**, v. 9, n. 2, p. 37-41, 1996.
- VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G.; VERZIGNASSI, J. R.; KUROSAWA, C. Teor de clorofila e de nitrogênio estimados pelo clorofilômetro nas folhas de plantas de alho. **Horticultura Brasileira**, v.21, p. 354-360, 2003.
- VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P.; BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; IMAIZUMI, I. Adubações fosfatada e potássica afetando a produção de bulbos de alho. **Revista Ceres**, v. 55, n. 6, p. 605-609, 2008.
- VINSON, J. A.; HAO, Y.; SU, X. ZUBIK, L. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, p. 3630-3634, 1998.
- WALKEY, D. G. A.; ANTILL, D. N. Agronomic evaluation of virus-free and virus-infected garlic (*Allium sativum*, L.) **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n. 13, p. 53-60, 1989.
- WANG, H.; CAO, G. H.; PRIOR, R. L. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**.44: 701-705.
- WRANG, S. S.; KIM, K. & HESS, W.M. Variation of silica bodies in leaf epidermal long cells within and among seventeen species of *Oryza* (Poaceae). – **American Journal of Botany**. v. 85, n. 4, p. 461-466, 1998.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafós, 2004. 726p.
- YAMANISHI, A. & CASTELLANE, P. D. Efeitos da adição de fósforo, boro e zinco na cultura do alho (*Allium sativum*, L.) "Quitéria". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, p. 38, 1987.
- YASUDA, M. Comportamento de fosfatos silicatados em solo de cerrado. Piracicaba, 1989. 62p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1989.
- ZINK, K. F. W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, v. 83, p. 579-584, 1963.