

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**MEDIDOR DE CLOROFILA NA AVALIAÇÃO DE NUTRIÇÃO  
NITROGENADA NA CULTURA DO ALHO VERNALIZADO**

**CLAUDINEI PAULO DE LIMA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP  
Agosto – 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**MEDIDOR DE CLOROFILA NA AVALIAÇÃO DE NUTRIÇÃO  
NITROGENADA NA CULTURA DO ALHO VERNALIZADO**

**CLAUDINEI PAULO DE LIMA**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Theodoro Büll

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP  
Agosto – 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

**UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)**

Lima, Claudinei Paulo de, 1975-

L732m Medidas de clorofila na avaliação de nutrição nitroge-nada na cultura do  
alho vernalizado / Claudinei Paulo de Lima. - Botucatu, [s.n.], 2005.

xii, 95 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulis-  
ta, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2005  
Orientador: Leonardo Theodoro Büll  
Inclui bibliografia

1. Alho. 2. Nitrogênio. 3. Clorofilômetro. 4. Allium sativum L. I. Bull,  
Leonardo Theodoro. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita  
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

**Aos meus queridos pais Claudionor Paulo de Lima e Dolores Garcia de Lima  
(in memorian)**

**Ofereço e Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me guiado pelos caminhos tortuosos da vida, com coragem para superar as dificuldades.

Ao Prof. Dr. Leonardo Theodoro Bull, por me orientar neste trabalho e durante a vida acadêmica

À Universidade Estadual Paulista (Unesp) pela oportunidade concedida para a realização do curso de pós-graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Aos meus irmãos e familiares pelo apoio nas horas difíceis.

.Aos professores e funcionários do departamento de Recursos Naturais, setor de Ciência do Solo, em especial ao funcionário Jair pelo apoio na condução do experimento.

Aos professores e funcionários do departamento de Produção vegetal/ setor de Horticultura, em especial à Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Romy Goto pela amizade e apoio.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel pela ajuda na condução do experimento.

À todos os professores do curso, pelas informações transmitidas, pelo ambiente de trabalho e pelas amizades conquistadas durante esta etapa.

Aos amigos da República Santa Cerva: Pedro (Varginha), Tiago (Taquara), Bruno (Brioco), Everton (D4), Marcel (Tripa), Fábio (Véio), Glauber (Qxada), Ricardo (Pilão), André (Ximba), Rodrigo (Balão), Rafael (Exú), Rômulo (Farinhero), Tarcísio (Hanson), aos bixos (Nukco, Songo, Cotoco e Goiano) e aos amigos do pagode Edinho e Nazira que dividiram os momentos bons e ruins percorridos nessa trajetória.

Aos amigos do curso, em especial Clarice Backes, Marco Tecchio, Juliano Corulli e Elisa E. Freitrag que me auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos de churrasco Rúbia, Sandra, Mona, Mirina, Monicão, Iara, Rerisson, Bigorna, Tuvira entre outros pelos momentos de alegria compartilhados.

À minha namorada Tammy Kiihl, que alterou o rumo da minha vida dando consistência aos meus sonhos, dividindo os problemas e somando forças para superá-los.

Aos componentes da banca examinadora: Leonardo Theodoro Büll, Takashi Muraoka e Romy Goto pelas excelentes sugestões, as quais foram de grande valia para o enriquecimento desta tese.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

|  | Página |
|--|--------|
| 1. RESUMO.....   | 01     |
| 2. SUMMARY.....  | 03     |
| 3. INTRODUÇÃO.....   | 05     |
| 4. REVISÃO DE LITERATURA.....  | 07     |
| 4.1 Fatores relacionados com o superbrotamento ou pseudoperfilhamento.....                               | 07     |
| 4.2 Adubação nitrogenada na cultura do alho.....   | 09     |
| 4.3. Nitrogênio no solo.....   | 12     |
| 4.4. Utilização da medida indireta do teor de clorofila e sua correlação com a adubação nitrogenada..... | 14     |
| 5.MATERIAL E MÉTODOS.....  | 17     |
| 5.1 Aspectos Gerais.....   | 17     |
| 5.1.1 Caracterização do cultivar utilizado.....  | 18     |
| 5.1.2 Características avaliadas na cultura do alho.....  | 18     |
| 5.1.2.1 Medida indireta do teor de clorofila.....  | 18     |
| 5.1.2.2 Medida da altura de plantas.....   | 19     |
| 5.1.2.3 Determinação do teor de macronutrientes e micronutrientes das folhas.....                        | 19     |
| 5.1.2.4 Determinação do índice de suficiência de nitrogênio na planta (ISN).....                         | 20     |
| 5.1.2.5 Características avaliadas dos bulbos.....  | 20     |
| 5.2 Experimento 1.....   | 20     |
| 5.3. Experimento 2.....  | 23     |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 27     |
| 6.1 Experimento 1.....   | 27     |
| 6.2 Experimento 2.....   | 59     |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 82     |
| 8. CONCLUSÃO.....  | 83     |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 84     |

## LISTA DE TABELAS

| <b>TABELA</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| 1 Análise química inicial dos macronutrientes do solo. Botucatu, 2004.....  | 21            |
| 2 Análise química inicial dos micronutrientes do solo. Botucatu, 2004.....  | 21            |
| 3 Análise granulométrica do solo. Botucatu, 2004.....   | 21            |
| 4 Análise química dos macronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.....              | 21            |
| 5 Análise química dos micronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.....              | 22            |
| 6 Análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio. Botucatu, 2004....  | 22            |
| 7 Análise química inicial dos macronutrientes do solo. Botucatu, 2004.....  | 24            |
| 8 Análise química inicial dos micronutrientes do solo. Botucatu, 2004.....  | 24            |
| 9 Análise granulométrica do solo. Botucatu, 2004.....   | 24            |
| 10 Análise química dos macronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.....             | 24            |
| 11 Análise química dos micronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.....             | 25            |
| 12 Análise de variância para altura de planta e leitura de clorofila em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.....  | 27            |
| 13 Análise de variância para teores de nutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.....   | 33            |
| 14 Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.....  | 41            |
| 15 Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....  | 52            |
| 16 Coeficiente de correlação entre teor de clorofila (x) e o teor de N nas folhas da planta de alho (y) em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. Botucatu, 2004..... | 53            |
| 17 Análise de variância para peso médio de bulbo, produção total, produção não comercial, produção comercial, índice de formato e pseudoperfilhamento. Botucatu, 2004.....        | 56            |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>18</b> | Valores de peso médio de bulbo, produção total, produção não comercial, produção comercial e índice de formato de alho em função de doses de nitrogênio aplicadas. Botucatu, 2004..... | 57 |
| <b>19</b> | Análise de variância para classificação de peneiras. Botucatu, 2004.....   | 58 |
| <b>20</b> | Análise de variância para altura de planta e leitura de clorofila em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.....  | 59 |
| <b>21</b> | Análise de variância para teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.....  | 63 |
| <b>22</b> | Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.....  | 69 |
| <b>23</b> | Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....  | 75 |
| <b>24</b> | Coefficiente de correlação entre teor de clorofila (x) e o teor de N nas folhas da planta de alho (y) em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. Botucatu, 2004.....        | 76 |
| <b>25</b> | Análise de variância para peso médio de bulbo, produção total e índice de formato. Botucatu, 2004.....   | 78 |
| <b>26</b> | Valores de índice de formato de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio aplicadas. Botucatu, 2004.....   | 80 |
| <b>27</b> | Análise de variância para classificação de peneiras. Botucatu, 2004.....   | 81 |

## LISTA DE FIGURAS

| <b>FIGURA</b> | <b>Página</b>  |
|---------------|--|
| 1             | Altura de plantas (cm) de alho vernalizado, em sete épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....29   |
| 2             | Altura de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.....30   |
| 3             | Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em sete épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu 2004.....31                          |
| 4             | Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.....32                                |
| 5             | Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em seis épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....34 |
| 6             | Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....35       |
| 7             | Teor de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....36                                   |
| 8             | Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....38                                      |
| 9             | Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....38                                  |
| 10            | Teor de cálcio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....39                                    |
| 11            | Teor de magnésio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.....39                                   |
| 12            | Teor de enxofre ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu 2004.....40  |
| 13            | Teor de enxofre ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.....40                                    |
| 14            | Teor de boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em três épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....42      |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| <b>15</b> | Teor de boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....           | 43 |
| <b>16</b> | Teor de cobre ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em três épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....    | 45 |
| <b>17</b> | Teor de cobre ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....          | 46 |
| <b>18</b> | Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                                       | 47 |
| <b>19</b> | Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                   | 47 |
| <b>20</b> | Teor de manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em três épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004..... | 48 |
| <b>21</b> | Teor de manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....       | 49 |
| <b>22</b> | Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em quatro épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....  | 50 |
| <b>23</b> | Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....          | 51 |
| <b>24</b> | Relação entre o Teor de clorofila e o teor de N nas folhas de plantas de alho em sete épocas de avaliação (DAE). Botucatu, 2004.....  | 54 |
| <b>25</b> | Relação entre porcentagem de pseudoperfilhamento e doses de nitrogênio aplicado em cobertura. Botucatu, 2004.....   | 55 |
| <b>26</b> | Classificação dos bulbos de acordo com a Circular nº 50/81 da Comissão Técnica de Normas e Padrões do Ministério da Agricultura. Botucatu, 2004.....                        | 58 |
| <b>27</b> | Altura de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....   | 60 |
| <b>28</b> | Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em sete épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                        | 61 |
| <b>29</b> | Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                              | 62 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>30</b> | Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                                  | 64 |
| <b>31</b> | Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                              | 64 |
| <b>32</b> | Teor de fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                 | 65 |
| <b>33</b> | Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                                    | 66 |
| <b>34</b> | Teor de potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                | 66 |
| <b>35</b> | Teor de cálcio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                                      | 67 |
| <b>36</b> | Teor de magnésio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                                    | 68 |
| <b>37</b> | Teor de magnésio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                | 68 |
| <b>38</b> | Teor de enxofre ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                 | 69 |
| <b>39</b> | Teor de boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....                                       | 70 |
| <b>40</b> | Teor de boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                   | 71 |
| <b>41</b> | Teor de cobre ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em quatro épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004..... | 71 |
| <b>42</b> | Teor de cobre ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....          | 72 |
| <b>43</b> | Teor de ferro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                                  | 73 |
| <b>44</b> | Teor de manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....                               | 73 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>45</b> | Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.....            | 74 |
| <b>46</b> | Relação entre o teor de clorofila e o teor de N nas folhas de plantas de alho em quatro épocas de avaliação (DAE). Botucatu, 2004.....               | 77 |
| <b>47</b> | Peso médio de bulbo de alho em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....  | 79 |
| <b>48</b> | Produção total de bulbos de alho em $\text{kg ha}^{-1}$ em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.....  | 80 |
| <b>49</b> | Classificação dos bulbos de acordo com a Circular nº 50/81 da Comissão Técnica de Normas e Padrões do Ministério da Agricultura. Botucatu, 2004..... | 81 |

## 1 RESUMO

Conduziu-se dois experimentos, um em ambiente protegido e outro em campo, com o objetivo de avaliar a viabilidade do monitoramento da adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do alho vernalizado, através de medidas indiretas do teor de clorofila nas folhas, relacionando-as com o estado nutricional das plantas. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso e os resultados foram submetidos à análise de variância através de regressão, adaptando a melhor equação, através do programa Sisvar, versão 4.2. Os tratamentos utilizados foram: 0, 20, 40, 60, 120, 240 e 360 kg N ha<sup>-1</sup>, aplicados parceladamente em cobertura aos 30 e 50 dias após a emergência (DAE), tendo sido aplicado 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino no plantio. Foram realizadas nove avaliações do teor de clorofila e altura das plantas com intervalos de 10 dias entre cada avaliação, iniciando-se aos 20 e finalizando aos 100 DAE. Por ocasião de cada avaliação, foram coletadas duas plantas para análise do conteúdo de nitrogênio e demais nutrientes. Na colheita, após o período de “cura”, foram obtidos os dados de produção de bulbos, porcentagem de bulbos pseudoperfilhados, índice de formato de bulbos e classificação de acordo com o tamanho. No experimento realizado em campo ocorreu interação entre as doses de nitrogênio e as épocas de avaliação para altura e teor de clorofila. Os maiores valores de altura foram encontrados sem aplicação de nitrogênio e nas épocas mais tardias de avaliações. Os maiores teores de clorofila foram encontrados quando se aplicou a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, para as épocas avaliadas a maior concentração foi encontrada aos 100 DAE. A concentração de nitrogênio foi

influenciada pelas doses e pelas épocas de avaliações, ocorrendo interação entre esses fatores. Com o avanço da época de amostragem houve redução na concentração de nitrogênio, enquanto para as doses foram verificadas diferenças a partir dos 50 DAE, atingindo o valor máximo com as doses entre 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>. O índice de suficiência de nitrogênio (ISN) demonstra que aos 40 DAE a planta começa a exigir maior quantidade do nutriente, a partir da dose de 60 kg N ha<sup>-1</sup> verifica-se ISN satisfatório. Apenas em duas épocas de avaliações (30 e 60 DAE) não ocorreu correlação, fato que infere ser possível monitorar o teor de clorofila em quase todo o ciclo da cultura. A produção total de bulbos não foi influenciada pelas doses aplicadas de nitrogênio, entretanto para porcentagem de bulbos pseudoperfilhados ocorreu aumento linear com o aumento das doses. Para o experimento realizado em ambiente protegido, a altura atingiu valores menores e ocorreu diferença estatística apenas para épocas de avaliação. Para o teor de clorofila, houve efeito linear crescente e quadrático, sendo que os maiores teores de clorofila encontrados foram com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N. Com o avanço da época de amostragem houve redução na concentração de nitrogênio, já para as doses de nitrogênio aplicadas verificou-se efeito quadrático, onde as maiores concentrações deste nutriente foram encontradas com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, ressaltando que os maiores teores de clorofila também foram encontrados quando se aplicou a mesma dose. O ISN satisfatório somente foi alcançado quando se aplicou à dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup>. As épocas de correlação do teor de clorofila com nitrogênio foram menores, porém ocorreram aos 40 e 50 DAE sendo essas épocas propícias para a adubação. Neste experimento não houve incidência de planta pseudoperfilhada, e a produção total de bulbos foi influenciada pelas doses de nitrogênio, obtendo-se a maior produção com a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

---

Palavras-chaves: alho, *Allium sativum* L., pseudoperfilhamento, nitrogênio e clorofilômetro.

CHLOROPHYLL METER ON THE EVALUATION OF NITROGEN NUTRITION IN THE VERNALIZED GARLIC CULTURE. BOTUCATU, 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CLAUDINEI PAULO DE LIMA  
Adviser: LEONARDO THEODORO BÜLL

## 2 Summary

Two experiments were carried out, one in a protected environment and another in the field, aiming to evaluate the viability of the sidedress nitrogen management in the vernalized garlic culture, through indirect measures of the chlorophyll rate in the leaves, relating them with the nutritional state of the plants. The randomized block experimental design was adopted and the results were submitted to Analysis of variance through regression, adapting the best equation through Sisvar program, 4.2 version. The treatments used were: 0, 20, 40, 60, 120, 240 and 360 Kg N ha<sup>-1</sup>, applied in parts sidedress at 30 and 50 days after emergency (DAE), 20 t ha<sup>-1</sup> of bovine manure during planting had been applied. Nine evaluations of the chlorophyll rate and plants height were carried out with 10 days intervals between each evaluation, beginning at 20 and ending at 100 DAE. In each evaluation two plants were collected for nitrogen rates analysis and other nutrients. At harvest, after the “cure” period, the production bulb data were obtained, secondary growth bulbs percentage, bulb formation index and classification according to the size. In the experiment carried out in the field there was interaction between the nitrogen dose and the dates of height evaluation and chlorophyll rate. The highest values of height were found without nitrogen application and in the latest evaluations. The highest chlorophyll rates were found when 240 Kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen were applied, for the dates evaluated the highest concentration occurred at 100 DAE. The nitrogen concentration was influenced by doses and dates of evaluation, with interaction between these factors. In the latter evaluations there was a reduction in the nitrogen concentration, while for the doses there were differences from the 50 DAE on, reaching the

maximum value with doses between 200 and 250 Kg ha<sup>-1</sup>. The nitrogen sufficiency index (NSI) shows that at 40 DAE the plant begins to demand more quantity of the nutrient, from 60 Kg ha<sup>-1</sup> on, there is satisfactory NSI. Only in two evaluated dates (30 and 60 DAE) there was no correlation, which suggests it is possible to monitor the chlorophyll rate during almost the whole time of culture. The total production of bulbs was not influenced by the applied nitrogen doses, however for the secondary growth bulbs percentage there was linear increase with the dose increase. For the experiment carried out in protected environment, the height reached lower values and there was statistical difference only for the dates of evaluation. For the chlorophyll rate, there was increasing and quadratic linear effect, being the highest chlorophyll rates found with the dose of 240 Kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen. In the latter evaluations, there was reduction in the concentration of nitrogen, yet for the applied doses of nitrogen there was quadratic effect, where the highest concentrations of this nutrient were found with 240 Kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen, highlighting that the highest values of chlorophyll were also found when the same dose was applied. The satisfactory NSI was only reached when 120 Kg N ha<sup>-1</sup> was applied. The dates of correlation of chlorophyll rate with nitrogen were lower, however they occurred at 40 and 50 DAE being these dates proper to fertilization. In this experiment there was no incidence of secondary growth plants, and the total production of bulbs was influenced by nitrogen doses, being the biggest production reached with 150 Kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen.

---

Key words: garlic, *Allium sativum* L., secondary growth bulbs, nitrogen, chlorophyll meter.

### 3 INTRODUÇÃO

O alho é uma das hortaliças de grande relevância econômica e social no Brasil, principalmente por ser cultivada por pequenos agricultores e necessitando muita mão-de-obra. É a hortaliça condimentar de mais ampla utilização popular no Centro Sul do Brasil, também se destacando no âmbito mundial (Blank et al., 1998).

A produtividade brasileira de alho gira em torno de 5 t ha<sup>-1</sup>, muito abaixo da média mundial; entretanto, em condições de clima e solos adequados a produtividade pode atingir até 12 t ha<sup>-1</sup>. No Egito, em solos ricos em nutrientes, a produtividade chega a 30 t ha<sup>-1</sup> (Menezes Sobrinho, 1984), mostrando que a nutrição mineral adequada das plantas é um dos componentes de produção mais importante para a cultura do alho. No período compreendido entre os anos de 1990 a 2001 ocorreu aumento de produtividade em torno de 30,3% na produção brasileira de alho (IBGE, 2003). Apesar dessa situação favorável a produção brasileira ainda é insuficiente para suprir o mercado nacional.

O nitrogênio é o nutriente que mais contribui para o aumento da produtividade de bulbos na cultura do alho, entretanto, é também o maior responsável pelo aparecimento do pseudoperfilhamento (Alvarenga e Santos, 1982; Moon e Lee, 1986; Moraes e Leal; 1986, Izioka, 1990; Büll et al., 2002). A recomendação da adubação nitrogenada na cultura do alho, sempre se revestiu como problemática e muito relacionada ao empirismo. A nutrição nitrogenada na cultura do alho é garantida por doses de 20 a 40 t ha<sup>-1</sup> de esterco de curral bem curtido aplicados 15 a 30 dias antes do plantio, além da adubação nitrogenada em

cobertura, em doses que variam de 20 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, parceladas aos 30 e 50 dias após a brotação (Trani et al., 1996). Da análise desse paradoxo, conforme relata Büll et al. (2002), pode-se inferir que a dose de nitrogênio a ser utilizada deve ser tão elevada o quanto possível para se obter o máximo de produtividade, sem, contudo, favorecer o aparecimento do superbrotamento.

O método mais eficiente para a avaliação do estado nutricional das plantas é a análise foliar, entretanto, pelo fato da cultura do alho ter período curto para realizar a adubação nitrogenada de cobertura, e pela demora na obtenção dos resultados analíticos, este método se torna pouco viável para ser utilizado na correção de deficiência de certos nutrientes ou mesmo na previsão da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura.

Um das formas de se monitorar a dose de nitrogênio em cobertura é através da medida do teor de clorofila das folhas, que pode ser obtido através do uso de um medidor indireto de clorofila, o “clorofilômetro” Minolt SPAD-502, equipamento que pode ser levado para o campo, tornando possível estimar o teor de N na planta sem destruir as folhas. O teor de clorofila é obtido através da intensidade da coloração verde das folhas, de modo simples e rápido. Sabe-se que a folha é o órgão que mais reflete o estado nutricional das plantas (Malavolta et al., 1997), e também que existe alta correlação entre o teor de clorofila e teor de nitrogênio nas folhas com a produtividade de bulbos.

O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade do monitoramento da adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do alho vernalizado, através de medidas indiretas do teor de clorofila nas folhas, relacionando-as com o estado nutricional das plantas.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Fatores relacionados com o superbrotamento ou pseudoperfilhamento**

O superbrotamento ou pseudoperfilhamento constitui um dos maiores problemas na cultura do alho, principalmente nas cultivares que produzem o chamado “alho nobre”. É uma anomalia genético-fisiológica que se caracteriza pela brotação dos bulbilhos antes da colheita. Os brotos novos crescem através do pseudocaule e emergem nas axilas das folhas, dando a planta o aspecto de uma ramificação abundante.

Segundo Burba et al. (1996) o superbrotamento consiste na brotação das folhas envoltentes dos bulbilhos individuais ou grupo de bulbilhos. Essas folhas podem emergir para a superfície junto com a folha protetora, crescendo através do caule da planta, aumentando o diâmetro do pseudocaule, comprometendo a qualidade comercial e a produção total.

Vários fatores têm sido relacionados como influentes no superbrotamento como: fotoperíodo, temperatura, cultivares, nitrogênio e irrigação (Souza e Casali, 1986).

Para Garcia (1980) a ocorrência de plantas superbrotadas está relacionada com a disponibilidade de água no solo, onde à medida que são mantidos níveis de água mais elevados, o superbrotamento aumenta de modo expressivo.

Produtores de alho que cultivam variedades suscetíveis ao superbrotamento têm-se preocupado basicamente com o controle da irrigação, em especial no período de bulbificação, e com as adubações nitrogenadas em cobertura (Souza, 1990).

Carrijo et al. (1982), utilizando fatores de consumo de 0,4; 0,7; 1,0 e de 1,3 com base na água evaporada de um tanque classe A, verificaram que os mesmos não influenciaram o superbrotamento no cultivar Gigante de Lavínia. O contrário ocorreu com o cultivar Juréia, que apresentou uma grande incidência dessa anormalidade na condição de maior teor de água no solo (fator 1,3).

Amaral et al. (1971) estudaram a localização de fertilizantes na cultura do alho cv. Mineiro, em dois tipos de solo no município de Viçosa-MG, e verificaram que no solo Aluvial, classe textural franco arenoso, com 0,85 % de matéria orgânica, apresentou menor incidência de superbrotamento em relação ao alho plantado em solo Aluvial antigo, classe textural argiloso, com 3,44 % de matéria orgânica. Os autores explicam que a incidência de superbrotamento é favorecida pela maior retenção de água e pelo alto teor de matéria orgânica do solo argiloso, o que acarretaria maior disponibilidade de água e nitrogênio para a cultura.

Costa (1992) concluiu que a maior porcentagem de bulbos superbrotados foi obtida na lâmina total aplicada de 325 mm em todo o ciclo da cultura, e que as doses crescentes de nitrogênio aumentaram o índice desta anormalidade.

Moraes e Leal (1986) estudaram durante três anos a influência de quatro níveis (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco épocas de aplicação de nitrogênio (a: plantio; b: plantio, 45 e 90 dias; c: 45 e 90 dias; d: plantio e 45 dias; e: plantio e 90 dias) na incidência do superbrotamento do alho. Observaram que a menor incidência de superbrotamento ocorreu quando o nitrogênio foi aplicado totalmente no plantio, independente da quantidade utilizada. Uma vez o nutriente aplicado parcelado, quanto maior a dose e quanto mais tardia sua aplicação, maior a incidência desse distúrbio.

Avaliando a adubação nitrogenada no cv. Cateto, Vasconcellos et al. (1971) verificaram que a porcentagem de plantas superbrotadas foi maior quando usaram 60 kg ha<sup>-1</sup> de N. Aplicados em cobertura aos 60 dias após o plantio, este aumento tornou-se pronunciado quando interagiu com os maiores níveis de água disponível no solo (acima de

50%). Klar et al. (1972), utilizando os mesmos tratamentos para o cv. Gigante de Lavínia não encontraram plantas com superbrotamento.

Resende (1992), utilizando as dose de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, obteve resultados que mostraram aumento linear na porcentagem de bulbos superbrotados para o cultivar Quitéria.

Junqueira e Izioka (1988) aplicaram doses de 0, 20, 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 20, 40 e 60 dias após o plantio do alho cv. Pérola de Caçador, em um solo com 0,99 % de matéria orgânica, no município de Botucatu-SP, e concluíram que quanto maior a dose aplicada, maior a incidência de superbrotamento.

Santos (1980) avaliando efeito de fontes e doses de N nos cultivares Juréia e Dourado, concluiu que o superbrotamento aumentou com as doses de nitrogênio aplicadas. A interação entre doses de nitrogênio e cultivares revelou que a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N foi responsável pela maior porcentagem de plantas superbrotadas no cultivar Juréia. No cultivar Dourado não houve superbrotamento.

#### **4.2 Adubação nitrogenada na cultura do alho**

O nitrogênio é o nutriente que exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento vegetal (Buckman e Brady, 1974). A época e a frequência de aplicação desse elemento baseiam-se no crescimento e vigor das plantas. Shimoya (1970) dividiu o ciclo da cultura do alho em três estádios bem distintos: 1) da brotação até a completa assimilação da folha de armazenamento; 2) renovação das folhas novas; e 3) da formação do bulbo até completa maturação e colheita. Segundo Jones e Mann (1963), a adubação após a bulbificação apresenta pequenas respostas no desenvolvimento da cultura, devendo-se assim parcelar as adubações antes da diferenciação dos bulbilhos.

Um teor inadequado de nitrogênio conduz a baixos níveis de proteína nos bulbos e nas partes vegetativas. As plantas deficientes em nitrogênio tendem a ter crescimento lento, e produzem menos perfilhos do que o normal (Lopes, 1989). Um sintoma precoce e dramático da deficiência de N é um amarelecimento geral das folhas ou clorose, devido à inibição da síntese de clorofila (Epstein, 1975).

Dentre todos os nutrientes, o nitrogênio tem sido o elemento mais estudado, naturalmente em função da sua importância na produção e na qualidade do produto. Algumas pesquisas têm demonstrado a importância desse nutriente no incremento da produtividade do alho, sendo a resposta às doses bastante variável. Em alguns casos, tem-se verificado na literatura uma elevada capacidade de resposta da cultura a altos níveis de nitrogênio. Citam-se aumentos de produtividade e tamanho de bulbo utilizando 256 kg ha<sup>-1</sup> (Sotomayor, 1975), 210 kg ha<sup>-1</sup> (Minardi, 1978) e até 360 kg ha<sup>-1</sup> de N (Maksoud et al., 1984).

Entretanto, no Brasil o fornecimento de nitrogênio para a cultura se dá em níveis bem mais baixos, tanto pela ausência de resposta a doses elevadas, quanto pela sensibilidade da planta ao excesso desse nutriente (Magalhães, 1986).

Respostas significativas da cultura do alho ao nitrogênio foram obtidas até a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> por Nogueira (1970), 66 kg ha<sup>-1</sup> por Resende (1992) e 180 kg ha<sup>-1</sup> por Souza (1990). Garcia et al. (1994) utilizando o cultivar Quitéria obtiveram rendimentos de 7550 kg ha<sup>-1</sup> de bulbos com 95,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, assim como constataram efeito linear de doses de nitrogênio sobre o peso médio de bulbo e a incidência de pseudoperfilhamento.

Para Carvalho et al. (1996) as produtividades totais e comerciais de alho foram influenciadas pelas doses de nitrogênio, sendo que as maiores produtividades, de 4400 e 2400 kg ha<sup>-1</sup>, foram alcançadas com 70 e 76 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Conforme Resende et al. (2001) a produtividade total de bulbos aumentou linearmente à medida que foram aumentadas as doses de nitrogênio (40; 60; 80; 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N). Houve diminuição na produtividade comercial com o aumento das doses de nitrogênio. A dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou a maior produtividade comercial, apresentando aos 30 dias após o plantio (DAP) 30,6 % e aos 50 DAP 34,9 % de bulbos pseudoperfilhados.

Marouelli et al. (2002) observaram maior desenvolvimento vegetativo, produtividade total e massa média de bulbos para doses entre 52 e 97 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que a produtividade comercial reduziu linearmente com o aumento das doses de N (20, 100 e 500 kg ha<sup>-1</sup>).

Resende et al. (2000), utilizando cinco doses de N (0, 35, 70, 105 e 140 kg ha<sup>-1</sup>), verificaram influência significativa do nitrogênio sobre a altura da planta e sobre

a produção de matéria seca entre 90 e 130 dias após o plantio. A produção de bulbos aumentou até  $107 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, atingindo uma produção de  $8,5 \text{ t ha}^{-1}$ .

Costa et al. (1993) não verificaram efeito significativo na produtividade total e comercial do alho quando utilizaram nitrogênio na dose de até  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ; assim como Lipinski et al. (1995), que não encontraram diferença significativa na produtividade total quando aumentaram a dose de N de 0 a  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  e Sadaria et al. (1997), quando aplicaram até  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Silva et al. (1970) estudaram a absorção de nutrientes pela cultura do alho, para tal as plantas foram irrigadas com solução nutritivas e cultivadas em sílica, e verificaram que até aos 45 dias a absorção dos macronutrientes é baixa. Observaram que o nitrogênio e o potássio são absorvidos intensamente nos períodos subseqüentes e os demais macronutrientes não apresentam época preferencial, sendo absorvidos durante todo ciclo vegetativo.

Junqueira et al. (1988) estudaram o efeito da aplicação de nitrocálcio, uréia, sulfato de amônio e nitrato de amônio como fontes de nitrogênio, em cobertura, nas doses de 0, 40 e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, aos 35 dias após o plantio, na cultura do alho Pérola de Caçador, em solo com 2,7 % de matéria orgânica. Não obtiveram diferenças estatísticas para produção de bulbos entre as diversas fontes. Entretanto, Moraes (1985), utilizando uréia, sulfato de amônio e nitrocálcio como fontes de N, na dose de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, nos anos de 1981, 1982, e 1983, com o cv. São Lourenço verificou que produções superiores foram obtidas com o sulfato de amônio (6283, 3038,  $6178 \text{ kg ha}^{-1}$ ), em relação ao nitrocálcio (5267, 2365,  $5072 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e uréia (6133, 2136 e  $5039 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Junqueira e Izioka (1988) realizaram trabalho para avaliar os efeitos de doses de N de 0, 20, 40 e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, aplicados aos 20, 30, 40 e 60 dias após o plantio do alho cv. Roxo Pérola de Caçador, em um solo com matéria orgânica de 0,99 %. A adubação básica foi constituída por  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio,  $175 \text{ kg ha}^{-1}$  de superfosfato simples,  $555 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio,  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  de termofosfato BZ e  $30 \text{ t ha}^{-1}$  de composto orgânico. Verificaram que a maior produção total ( $8,37 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi obtida no tratamento com a aplicação  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, aos 40 dias após o plantio.

### 4.3 Nitrogênio no solo

O nitrogênio do solo está fortemente ligado à matéria orgânica e ao material mineral. Em geral somente uns poucos quilogramas por hectare encontram-se disponíveis em formas minerais como nitrato e amônio. O nitrogênio na forma orgânica (95 a 99 %) e em outras formas que compõem o húmus, apresentam grande resistência à decomposição devido à formação de complexos organo-minerais com as argilas e, possivelmente, com os óxidos de ferro e alumínio (Alexander, 1977). O teor de N orgânico na camada arável dos solos tropicais varia de 0,07 a 0,3 %, com uma taxa de mineralização de aproximadamente 2 % ao ano, o que equivale a uma quantidade de N mineralizado que varia de 40 a 180 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

A distribuição do N no perfil do solo varia de acordo com a distribuição da matéria orgânica. O teor total de N na camada de 0 a 20 cm varia em geral de 0,05 a 0,5 % (Sá, 1996). Do nitrogênio total da camada superficial dos solos agrícolas, mais de 85 % encontra-se na forma orgânica (Fassbender, 1975), sujeito a mineralização por processos microbióticos, sendo convertido em amônio e posteriormente pela nitrificação transformando em nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e finalmente em nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Os processos de transformação de nitrogênio no solo são: mineralização (amonificação e nitrificação), imobilização e desnitrificação. A mineralização é o processo pelo qual o nitrogênio N orgânico é convertido em N mineral, o qual pode ser absorvido pelas plantas ou utilizado pelos próprios microrganismos, num processo denominado imobilização. A imobilização é temporária, havendo liberação do N ao solo após a morte e decomposição dos microrganismos (Jenkinson e Powlson, 1976).

A predominância entre os processos de mineralização e imobilização dependem da relação C/N e da concentração e atividade dos microrganismos do solo (Franco e Munns (1982) citado por Alves, (1989).

A desnitrificação é o processo anaeróbico que resulta em perdas gasosas de N, ou seja, trata-se do processo de redução bioquímica do nitrato ou nitrito a formas gasosas de N, principalmente N<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O. A desnitrificação biológica, e a volatilização de amônia constituem as mais importantes vias de perdas gasosas de N do solo (Colaço, 1988).

Nos resíduos incorporados ao solo, concentrações entre 1,5 e 1,7 % de N são normalmente suficientes para minimizar a imobilização de N pelo solo em condições aeróbicas. Em condições anaeróbicas em solos submersos, o N necessário à decomposição de resíduos da cultura pode ser apenas cerca de 0,5 % (Tisdale et al., 1993).

Colaço (1984) observou que as perdas de N por desnitrificação não foram significativas com o solo na capacidade de campo, com e sem adições de  $\text{N-NO}_3^-$ , entretanto, quando se submeteu o solo ao alagamento, as perdas foram elevadas e mais acentuadas quando se adicionou nitrato. A adição de carbono orgânico (glicose) aos solos sob alagamento resultou num decréscimo dos teores de nitrato para valores próximos de zero, apresentando teores de  $\text{N-NH}_4^+$  substancialmente maiores.

Em condições de baixo pH, tanto a nitrificação como a mineralização do N podem ser reduzidas. No entanto, Clay et al. (1990) observaram que a nitrificação ocorreu em todos os pH de seu experimento, com pH em  $\text{CaCl}_2$  variando de 3,7 a 6,2, provavelmente devido a presença de uma população nitrificante tolerante a baixo pH, o que não era esperado, pois isto costuma ocorrer em solos naturalmente ácidos. Quando solos de baixo pH são adubados com fertilizantes amoniacais, uma cadeia de eventos pode ocorrer: 1) uma redução na nitrificação do fertilizante; 2) as concentrações de amônio mantêm-se altas por longo período de tempo e 3) a mineralização do N é reduzida pela toxidez causada aos microrganismos pela amônia em excesso.

Segundo Tisdale et al. (1993) os fatores mais importantes que afetam a desnitrificação são a quantidade e a natureza da matéria orgânica presente, umidade, aeração, pH do solo, temperatura do solo, nível e forma do N inorgânico ( $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$ ). Em condições de campo, a adição de resíduos vegetais frescos pode estimular a desnitrificação.

A nitrificação ocorre em uma larga faixa de pH, de 4,5 a 10, sendo ótimo o valor de 8,5. Apesar disso, sempre há  $\text{NH}_4^+$  no solo que irá influenciar o crescimento e o metabolismo da planta (Tisdale et al., 1993).

Silva et al. (1994) trabalharam em solos sob inundação, e observaram que a maior taxa de mineralização do N ocorreu nos primeiros 55 dias e que para um solo Glei Pouco Húmico com pH 4,2 (sem calagem) e com pH 6,0 (com calagem), após esse período a mineralização do N passou a ser praticamente a mesma para o solo corrigido e não corrigido. Observou ainda para este solo, valores altos da relação nitrato/amônio tanto com calagem

(3,4:1), como sem calagem (2,8:1) sendo maior no primeiro devido à maior intensidade do processo de nitrificação.

O íon nitrato é fortemente repellido pelas cargas negativas dos colóides do solo, tendendo a permanecer na solução. Esse íon pode ser lixiviado pela água de percolação resultando em perda de N pelas plantas e em contaminação do lençol freático e cursos d'água (Dyňa e Camargo, 1999).

No caso de perdas por lixiviação, quando o  $\text{NO}_3^-$  é lixiviado a profundidades de solo mais baixas, pode retornar a horizontes de solo mais superficiais por movimento capilar da água do solo durante períodos de seca. Em alguns casos o  $\text{NO}_3^-$  irá também se acumular na superfície do solo. A perda de  $\text{NH}_3$  por volatilização é favorecida por solo com pH naturalmente alto por reações que temporariamente aumentam o pH, como por exemplo, a hidrólise da uréia (Tisdale et al., 1993).

#### **4.4 Utilização da medida indireta do teor de clorofila e sua correlação com a adubação nitrogenada.**

Os métodos para a determinação do teor de clorofila utilizados há pouco tempo atrás eram destrutivos, demorados e realizados em laboratório, o que praticamente impedia sua utilização para predizer deficiências de N de forma rotineira e rápida. Com o desenvolvimento do clorofilômetro, um equipamento portátil que mede o teor de clorofila presente nas folhas das plantas, essas avaliações não destrutivas tornaram-se possíveis. O princípio básico de funcionamento do clorofilômetro Minolta SPAD-502 (Minolta Corporation LTD, Osaka-Japão, 1989), caracteriza-se por correlacionar o teor de clorofila lido no equipamento com o teor de N na planta, bem como o rendimento das culturas; ele mede a intensidade da coloração verde da folha (quantidade de luz absorvida pela clorofila) e torna possível obter valores indiretos dos teores de clorofila presente nas folhas. O uso desse aparelho vem sendo ampliado visto que proporciona leituras instantâneas e de maneira não destrutivas das folhas das plantas.

O medidor indireto de clorofila, o clorofilômetro Minolta SPAD-502, mostrou ser eficiente em determinar o teor de clorofila em várias culturas, como em milho (Dwyer et al., 1991; Piekielek e Fox, 1992; Schepers et al., 1992; Wood et al., 1992; Bullock e

Anderson, 1998), em batata (Minotti et al., 1994), em sorgo (Marquard e Tipton, 1987), em soja (Yadava, 1986), em arroz (Peng et al., 1993; Turner e Jund, 1991), em trigo (Follet et al., 1992) e em feijão (Carvalho et al., 2003). O maior benefício do uso do clorofilômetro, de acordo com Piekielek et al. (1992), é a conveniência de seu uso, visto que uma área de produção pode ser amostrada em minutos, obtendo uma resposta imediata. Peterson et al. (1993) e Blackmer e Schepers (1994) afirmam que o uso do medidor de clorofila SPAD-502 utilizado como um instrumento no manejo da adubação nitrogenada “adubação quando necessário” é especialmente apropriado onde o nitrogênio adicional pode ser aplicado através do sistema de irrigação.

Uma das maneiras de melhorar a eficiência da adubação nitrogenada e reduzir os riscos de contaminação do lençol freático é sincronizar a disponibilidade de N no solo com a necessidade da planta, o que pode ser conseguido com o uso da medida indireta de clorofila (Blackmer e Schepers, 1994; Peterson et al., 1993).

Segundo Godoy (2002) houve correlação positiva significativa entre a leitura do clorofilômetro (índice Spad) e o teor de N na lâmina foliar para todos os estádios fenológicos do milho avaliados a partir do estádio de 7 a 8 folhas. Argenta et al. (2003) relata que o monitoramento do nível de N na planta de milho pelo teor de clorofila na folha, avaliado pelo clorofilômetro, evidencia-se como um método eficiente para separar plantas com deficiência e com nível adequado deste nutriente nos diferentes estádios vegetativos de desenvolvimento.

Existem correlações positivas entre as leituras do teor de clorofila e os níveis de N fornecidos ( $R = 0,86$ ) e entre as leituras e os teores de N nas folhas ( $R = 0,75$ ), indicando que há perspectivas favoráveis quanto ao uso desse equipamento para detectar deficiências de nitrogênio na cultura do feijoeiro. (Furlani et al., 1996).

Stone et al. (2002) desenvolveram um estudo com objetivo de verificar se a produtividade do feijoeiro está relacionada com a concentração de N nas folhas e, para isso, utilizaram as medições do teor de clorofila das plantas com auxílio de um clorofilômetro. O feijoeiro instalado em sistema de plantio direto, em sucessão ao milho, recebeu adubação nitrogenada em diferentes formas de parcelamento. Os autores concluíram que a correlação entre o conteúdo relativo de clorofila e o de nitrogênio foliar foi altamente significativa,

indicando que o clorofilômetro pode ser usado para estimar a concentração de nitrogênio nas folhas do feijoeiro.

Silveira et al. (2002 a, b), com objetivo de avaliar a utilização do clorofilômetro como instrumento indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura, conduziram dois experimentos utilizando os cultivares de feijoeiro Jalo Precoce e Pérola. Concluíram que, de modo geral, os valores das leituras no clorofilômetro cresceram com o incremento da dose de N aplicada resultando em incrementos na produtividade do feijoeiro.

Na cultura do alho, Büll et al. (1998, 2002) relatam a utilização do clorofilômetro com boas indicações na avaliação de variações de intensidade da cor verde das folhas, entretanto, a literatura ainda carece de trabalhos relacionando o uso desse equipamento no monitoramento de adubação nitrogenada para essa cultura.

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Aspectos Gerais**

O estudo consistiu da instalação de dois experimentos, um em condições de ambiente protegido e outro em campo. Neste tópico são apresentados os aspectos comuns aos dois experimentos e nos tópicos 3.2 e 3.3, os inerentes a cada experimento.

O clima é típico das regiões subtropicais do Brasil, sendo temperado quente (mesotérmico) e segundo a classificação de Köppen é classificado como Cwa. A temperatura média anual é de 20,6 °C, com temperatura média do mês mais quente de 23,2 °C e do mês mais frio de 16,9 °C. A precipitação média anual é de 1.447 mm, com média da precipitação no mês mais chuvoso de 223,4 mm e no mês mais seco de 37,8 mm.

As análises química e granulométrica do solo foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Recursos Naturais (Ciência do Solo), pertencentes à Faculdade de Ciências Agronômicas, “Campus” de Botucatu-SP (FCA/UNESP). As análises químicas de macronutrientes do solo para fins de fertilidade foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Raij e Quaggio. (1983). Os micronutrientes analisados através da extração com DTPA, método descrito por Camargo et al. (1986) e o boro determinado através do método de cloreto de bário-microondas, método descrito por Abreu et al. (1998). A análise granulométrica do solo foi determinada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso e os resultados submetidos à análise de variância através de regressão, adaptando-se a melhor equação, pelo programa Sisvar, versão 4.2, e a correlação pelo método de Pearson, através do programa Sigma Stat 2.0. Os tratamentos utilizados foram os níveis de N de 0, 20, 40, 60, 120, 240 e 360 kg ha<sup>-1</sup>.

### **5.1.1 Caracterização do cultivar utilizado**

Foi utilizado o cultivar Roxo Pérola de Caçador, cultivar tardio, de ciclo substancialmente mais longo e que faz parte do grupo “nobres”. Por ser exigente em clima frio, somente podem ser plantados em regiões de clima adverso se os bulbilhos forem vernalizados a 4 °C, por um período de 45 dias. Com essa vernalização, o ciclo da cultura é reduzido em cerca de dois meses.

Os bulbilhos sementes utilizados nos experimentos foram produzidos na safra de 2003 na área experimental da Fazenda Manuel no município de São Manuel-SP, e antes do seu plantio foram submetidos ao tratamento de vernalização a 4 °C, por um período de 45 dias.

### **5.1.2 Características avaliadas na cultura do alho**

#### **5.1.2.1 Medida indireta do teor de clorofila**

A medida indireta do teor de clorofila foi obtida com o auxílio de um medidor portátil, o clorofilômetro Chlorophyll meter, modelo SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development) da Minolta Corporation Ltda, Osaka-Japão (1989). O aparelho possui LEDs (Diodo emissor de luz) posicionadas na ponta do medidor que emitem luz na faixa do 600-700 nm (pico em 650 nm) e na faixa de 860 a 1060 (pico em 940 nm) em seqüência quando o medidor está fechado. A luz vinda destas LEDs passam pela janela de emissão, parte passa através da folha, parte é absorvida e parte é refletida. A luz que passa pela folha entra na janela de recepção constituída por um SPD (Fotodíolo de silicone) e é convertida em sinais elétricos, amplificados, e convertidos de sinais analógicos para digitais e processados, dando o

valor lido em uma unidade denominada SPAD. A precisão do aparelho é de 1 unidade SPAD para valores entre 0 e 50 unidades SPAD. Ou seja, ele mede a intensidade da coloração verde da folha (quantidade de luz absorvida pela clorofila), e torna possível obter valores indiretos dos teores de clorofila presente nas folhas.

Para a determinação do teor de clorofila das folhas da cultura do alho, foram realizadas nove avaliações, com leituras do teor de clorofila em intervalos de 10 dias entre cada avaliação, iniciando-se aos 20 e finalizando-se aos 100 dias após a emergência (DAE) da cultura. Todas as leituras foram realizadas no período da manhã, entre 9 e 10 horas, sombreando-se o aparelho com o corpo para evitar interferência da luz solar. No experimento 1, conduzido em casa de vegetação, as leituras foram efetuadas em todas as plantas do vaso, tomando-se a maior folha, obtendo-se a leitura média do teor de clorofila por vaso. Nos canteiros, experimento 2, as leituras foram efetuadas em dez plantas que ficaram até o final do ciclo, e realizando-se uma média destas.

#### **5.1.2.2 Medida da altura de plantas**

Foram efetuadas nove avaliações para a determinação da altura das plantas, com intervalos de 10 dias entre cada avaliação, iniciando-se aos 20 e finalizando-se aos 100 DAE. Para tal, a altura das plantas foi medida com o auxílio de uma régua graduada, da superfície do solo até a extremidade da maior folha de cada planta, obtendo-se a altura média das plantas.

#### **5.1.2.3 Determinação do teor de macronutrientes e micronutrientes das folhas**

Por ocasião de cada avaliação do teor de clorofila, foram coletadas duas plantas para determinar o teor de nutrientes. A análise, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), foi realizada no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Recursos Naturais, setor de Ciência do Solo da FCA/UNESP.

#### **5.1.2.4 Determinação do índice de suficiência de nitrogênio na planta (ISN)**

O índice de suficiência de nitrogênio na planta (ISN) foi determinado através da média dos valores das leituras do teor de clorofila na parcela (LA) e em uma parcela de referência (LR) determinada pelas plantas que receberam a maior dose, por ter maior probabilidade de não haver a deficiência de nitrogênio, de acordo com as considerações de Godoy et al. (2003). Os valores foram obtidos pelo cálculo:  $ISN = (LA/LR) \times 100$ .

#### **5.1.2.5 Características avaliadas dos bulbos**

A avaliação dos bulbos foi realizada cerca de 30 dias após colheita, após ter ocorrido o período de “cura”, quando foram obtidos os dados de produção de bulbos, o índice de formato de bulbos (quociente entre os diâmetros longitudinal e transversal dos bulbos) e a classificação dos bulbos de acordo com a Circular nº 50/81 da Comissão Técnica de Normas e Padrões do Ministério da Agricultura. A produção total expressa em  $t\ ha^{-1}$  foi estimada através da produção da parcela (em  $m^2$ ) correlacionando com a área de um hectare ( $10.000\ m^2$ ), descontando a área dos carregadores ( $3.334\ m^2$ ). As porcentagens de pseudoperfilhamento, classificação dos bulbos, foram transformadas em arco-seno  $\sqrt{p/100}$  para efeito de análise estatística.

### **5.2 Experimento 1**

O experimento foi instalado e conduzido a campo, em área experimental da Fazenda São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, e pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA/UNESP. As coordenadas geográficas da área são  $22^\circ 25'$  de Latitude Sul e  $48^\circ 34'$  de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 750 metros.

O solo onde foi instalado o experimento foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999). Os resultados referentes às análises químicas e granulométricas iniciais das amostras do solo utilizado no experimento estão apresentados nas

Tabelas 1, 2 e 3, e nas Tabelas 4 e 5 são mostrados os resultados da análise química deste mesmo solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Para o cálculo da quantidade de corretivo e fertilizante a ser adicionado, considerou-se a camada de 0-20 cm do solo. A Tabela 6 expressa o resultado do esterco utilizado como adubação orgânica.

Tabela 1. Análise química inicial dos macronutrientes do solo. Botucatu, 2004.

| pH                | M.O.               | P                   | Al <sup>3+</sup>                              | H+Al | K   | Ca | Mg | SB | CTC | V% |
|-------------------|--------------------|---------------------|---|------|-----|----|----|----|-----|----|
| CaCl <sub>2</sub> | g dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |     |    |    |    |     |    |
| 4,0               | 14                 | 8                   | 14  | 93   | 1,0 | 22 | 9  | 33 | 95  | 15 |

Tabela 2. Análise química inicial dos micronutrientes do solo. Botucatu, 2004.

| Boro                           | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|--------------------------------|-------|-------|----------|-------|
| -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |       |       |          |       |
| 0,06                           | 0,8   | 19    | 13,5     | 0,5   |

Tabela 3. Análise granulométrica do solo. Botucatu, 2004.

| Areia                         | Silte | Argila | Classe textural |
|-------------------------------|-------|--------|-----------------|
| -----g kg <sup>-1</sup> ----- |       |        |                 |
| 854                           | 58    | 88     | Arenosa         |

Tabela 4. Análise química dos macronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.

| pH                | M.O                | P                   | Al <sup>3+</sup>                              | H+Al | K   | Ca | Mg | SB | CTC | V% |
|-------------------|--------------------|---------------------|---|------|-----|----|----|----|-----|----|
| CaCl <sub>2</sub> | g dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |     |    |    |    |     |    |
| 6,5               | 26                 | 277                 | 0   | 11   | 4,2 | 76 | 14 | 94 | 105 | 89 |

Tabela 5. Análise química dos micronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.

| Boro                           | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|--------------------------------|-------|-------|----------|-------|
| -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |       |       |          |       |
| 0,60                           | 2,4   | 25    | 6,9      | 10,1  |

Tabela 6. Análise química do esterco bovino utilizado na adubação de plantio. Botucatu, 2004.

| N                           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Um%   | MO    | C     | Ca   | Mg   | S    | pH | C/N  |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|----|------|
| -----% na matéria seca----- |                               |                  |       |       |       |      |      |      |    |      |
| 0,98                        | 0,84                          | 0,84             | 10,00 | 25,00 | 14,00 | 0,79 | 0,40 | 0,40 | 8  | 14/1 |

As parcelas, ou seja, os canteiros foram dimensionados com 1,2 m de largura por um metro de comprimento. O preparo de solo constou de aração, gradagem e preparo dos canteiros a uma altura de 0,20 m.

A adubação de plantio foi baseada na análise química do solo (Tabelas 1 e 2). Em todos os tratamentos a primeira etapa consistiu da calagem, visando atingir saturação por bases de 80 % da CTC, aplicando-se calcário dolomítico, e adubação com 3200 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 3200 kg ha<sup>-1</sup> de termosfosfato Yoorin Master 1, 300 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido.

O plantio dos bulbilhos foi realizado no dia 17/05/04, com espaçamento de 10 cm entre plantas e 20 cm entre linhas, com os bulbilhos pesando entre 3 e 4 gramas, referente as peneiras 1 e 2. Devido a necessidade da vernalização do alho, os bulbilhos foram mantido sob refrigeração a 4 °C por um período de 45 dias. Como cobertura morta utilizou-se acícula de pínus.

Cada tratamento continha em média 45 plantas, sendo 18 plantas utilizadas nas determinações de nitrogênio e 10 plantas utilizadas para avaliação de produção de bulbos, teor de clorofila e altura de planta.

As irrigações foram realizadas por aspersão, variando o suprimento hídrico nas diferentes fases do ciclo da cultura.

A adubação de cobertura foi realizada com nitrato de amônio aplicando-se a metade aos 20 dias e a outra metade aos 50 dias após a emergência das plantas (DAE), correspondente aos tratamentos do experimento, com os níveis de 0, 20, 40, 60, 120, 240 e 360 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente e suprimido pela cobertura morta de acícula de pínus.

Durante o ciclo da cultura foi constatada a presença de uma bacteriose, que foi controlada com aplicação de um bactericida de nome comercial Fegatex, utilizando a dose de 2,5 L ha<sup>-1</sup>.

A colheita foi realizada aos 130 dias após o plantio, onde foram colhidas 10 plantas para cada tratamento. Em seguida, as plantas foram armazenadas em galpão sob temperatura ambiente e após o período de cura, realizou-se o toailete, a pesagem, a medição do índice de formato e a classificação dos bulbos.

### **5.3. Experimento 2**

O experimento foi instalado e conduzido em cultivo protegido, em área experimental do Departamento de Recursos Naturais, setor de Ciência do Solo, localizado na Fazenda Experimental Lageado, no município de Botucatu-SP, e pertence à Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP. As coordenadas geográficas da área são 22° 51' de Latitude Sul e 48° 27' de Longitude Oeste de Greenwich, e altitude de 786 metros.

O solo utilizado no experimento foi coletado da camada arável (0-20 cm) na Fazenda Experimental Lageado, e classificado como Latossolo Vermelho distroférico.

Os resultados referentes às análises químicas e granulométricas iniciais das amostras do solo utilizado no experimento estão apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9 nas Tabelas 10 e 11 são mostrados os resultados da análise química deste mesmo solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho.

Tabela 7. Análise química inicial dos macronutrientes do solo. Botucatu, 2004.

| pH                | M.O.               | P                   | Al <sup>3+</sup>                              | H+Al | K   | Ca | Mg | SB | CTC | V% |
|-------------------|--------------------|---------------------|---|------|-----|----|----|----|-----|----|
| CaCl <sub>2</sub> | g dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |     |    |    |    |     |    |
| 4,0               | 41                 | 1                   | 16  | 98   | 0,7 | 4  | 3  | 7  | 105 | 7  |

Tabela 8. Análise química inicial dos micronutrientes do solo. Botucatu, 2004.

| Boro                           | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|--------------------------------|-------|-------|----------|-------|
| -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |       |       |          |       |
| 0,15                           | 14,3  | 127   | 6,3      | 0,7   |

Tabela 9. Análise granulométrica do solo. Botucatu, 2004.

| Areia                         | Silte | Argila | Classe textural |
|-------------------------------|-------|--------|-----------------|
| -----g kg <sup>-1</sup> ----- |       |        |                 |
| 56                            | 302   | 517    | Argilosa        |

Tabela 10. Análise química dos macronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.

| pH                | M.O.               | P                   | Al <sup>3+</sup>                              | H+Al | K   | Ca | Mg | SB | CTC | V% |
|-------------------|--------------------|---------------------|---|------|-----|----|----|----|-----|----|
| CaCl <sub>2</sub> | g dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |     |    |    |    |     |    |
| 5,8               | 36                 | 105                 | 0   | 28   | 4,3 | 77 | 16 | 97 | 125 | 78 |

Tabela 11. Análise química dos micronutrientes do solo após ter sido corrigido e adubado de acordo com as exigências nutricionais para a cultura do alho. Botucatu, 2004.

| Boro                           | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|--------------------------------|-------|-------|----------|-------|
| -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |       |       |          |       |
| 0,66                           | 10,6  | 44    | 3,9      | 2,0   |

Os tratamentos foram constituídos por quatro vasos, contendo seis plantas por vaso; destas, 18 plantas (três vasos) foram utilizadas para a determinação de nitrogênio e seis plantas (um vaso) foram utilizadas para avaliação da produção de bulbos, teor de clorofila e determinação da altura de planta.

Em todos os tratamentos a primeira etapa consistiu da calagem, aplicando-se calcário dolomítico visando atingir saturação por bases de 80 % da CTC, e da aplicação de 200 mg dm<sup>-3</sup> de P e de K na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Após a realização dos cálculos e conforme as doses citadas acima, foram utilizados 63,88 g de calcário (PRNT 90 %), 38,2 g de superfosfato simples e 6 g de cloreto de potássio por vaso.

Como fonte de micronutrientes foi aplicado 1,2 g vaso<sup>-1</sup> do fertilizante mineral FTE BR-9 (B= 20, Cu= 8, Fe= 60, Mn= 30, Mo= 1 e Zn= 60 g kg<sup>-1</sup>), na dose correspondente a 120 kg ha<sup>-1</sup>, conforme Büll et al. (1998). Após a adição do fertilizante o solo foi homogeneizado e colocado em vasos de cimento amianto com capacidade para 15 litros, e em seguida foram umedecidos a 50 % da capacidade máxima de retenção de água, mantendo-se por período de incubação de 30 dias.

O plantio dos bulbilhos foi realizado no dia 12/05/04, colocando-se 6 bulbilhos por vaso, com espaçamento de 8 cm entre plantas e 15 cm entre linhas, com os bulbilhos pesando entre 3 e 4 gramas, referente as peneiras 1 e 2. Devido a necessidade da vernalização do alho, os bulbilhos foram mantido sob refrigeração a 4 °C por um período de 45 dias. Como cobertura morta utilizou-se acícula de pinus.

As irrigações foram realizadas utilizando-se um copo de Becker graduado, mantendo-se a mesma alíquota para todos os vasos, variando o suprimento hídrico nas diferentes fases da cultura.

A adubação de cobertura foi parcelada aplicando-se a metade aos 20 dias e a outra metade aos 50 dias após a emergência (DAE) das plantas, correspondente aos tratamentos do experimento, com os níveis de 0, 20, 40, 60, 120, 240 e 360 kg ha<sup>-1</sup> de N. A adubação nitrogenada foi feita na forma de solução aquosa, utilizando-se nitrato de amônio.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, e também suprimido pela cobertura morta formada por acícula de pínus.

Durante o ciclo da cultura foi constatada a presença de uma bacteriose, que foi controlado com aplicação de um bactericida de nome comercial Fegatex, utilizando a dose de 2,5 L ha<sup>-1</sup>.

A colheita foi realizada 121 dias após o plantio, quando foram colhidas 6 plantas de cada vaso. Em seguida, as plantas foram armazenadas em galpão sob temperatura ambiente e após o período de cura foram realizados o toailete, a pesagem, a medição do índice de formato e a classificação dos bulbos.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Experimento 1

A Tabela 12 apresenta o quadro da análise de variância para altura de plantas e leitura de clorofila em folhas de plantas de alho. Verifica-se que houve interação entre as doses de nitrogênio e as épocas de avaliação tanto para altura como para o teor de clorofila.

Tabela 12. Análise de variância para altura de planta e leitura de clorofila em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.

| Causa de variação | Variáveis |           |
|-------------------|-----------|-----------|
|                   | Altura    | Clorofila |
| Dose de N (N)     | **        | **        |
| Época (E)         | **        | **        |
| Interação Nx E    | **        | **        |
| Bloco             | **        | **        |
| Q.M. Resíduo      | 6,54      | 4,32      |
| C.V.(%)           | 62,11     | 58,15     |

\*\* Significativo a 1%, ns – não significativo.

O desenvolvimento da cultura, avaliado por medidas da altura das plantas (Figura 1) teve os maiores valores obtidos sem aplicação de nitrogênio, decrescendo com a elevação da dose da adubação nitrogenada, resultado semelhante ao encontrado por (Büll et al., 2002), contrariando resultados obtidos por (Resende et al., 2000) que verificaram

aumento na altura das plantas com as doses em duas épocas de avaliações (80 e 120 dias após o plantio). A altura diferiu com as épocas de avaliação, aumentando os valores acompanhando o crescimento natural da planta (Figura 2). Vale ressaltar que a altura média das plantas atingidas neste experimento, de 82,5 cm ficou próxima àquelas obtidas em anos anteriores, com valores ao redor de 70 cm e de 80 cm em experimentos envolvendo estudos de repostas a fósforo em função de adubação orgânica (Büll et al., 1998).

A concentração de clorofila nas folhas (Figura 3 e 4) variou tanto em função da época como das doses de nitrogênio aplicadas, havendo interação entre estes dois fatores. Em função das doses de nitrogênio aplicadas, verifica-se efeito quadrático na variação do teor de clorofila em todas as épocas de avaliação, sendo que os maiores teores de clorofila foram encontrados quando se aplicou à dose de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio.(Figura 3).

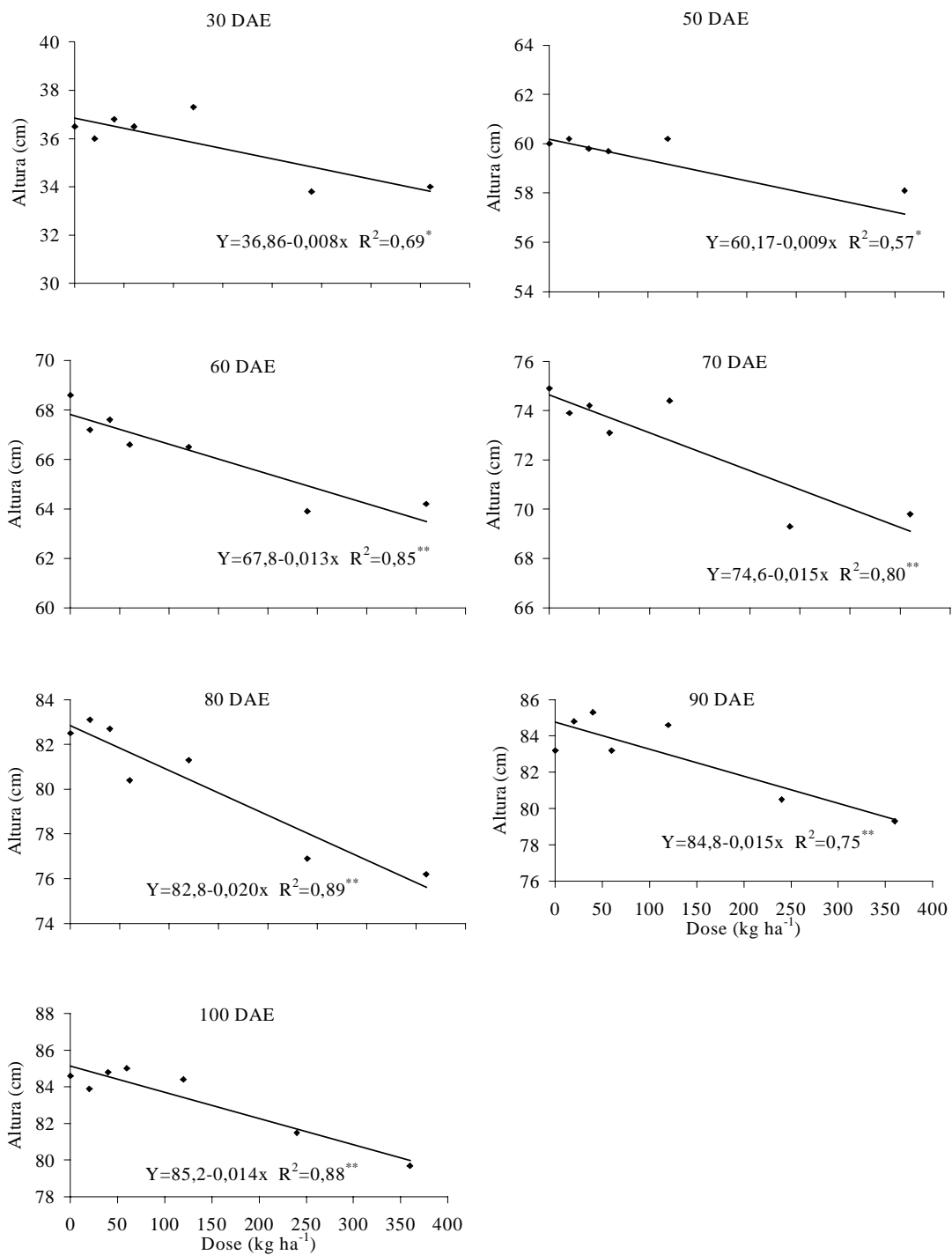


Figura 1. Altura de plantas (cm) de alho vernalizado, em sete épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

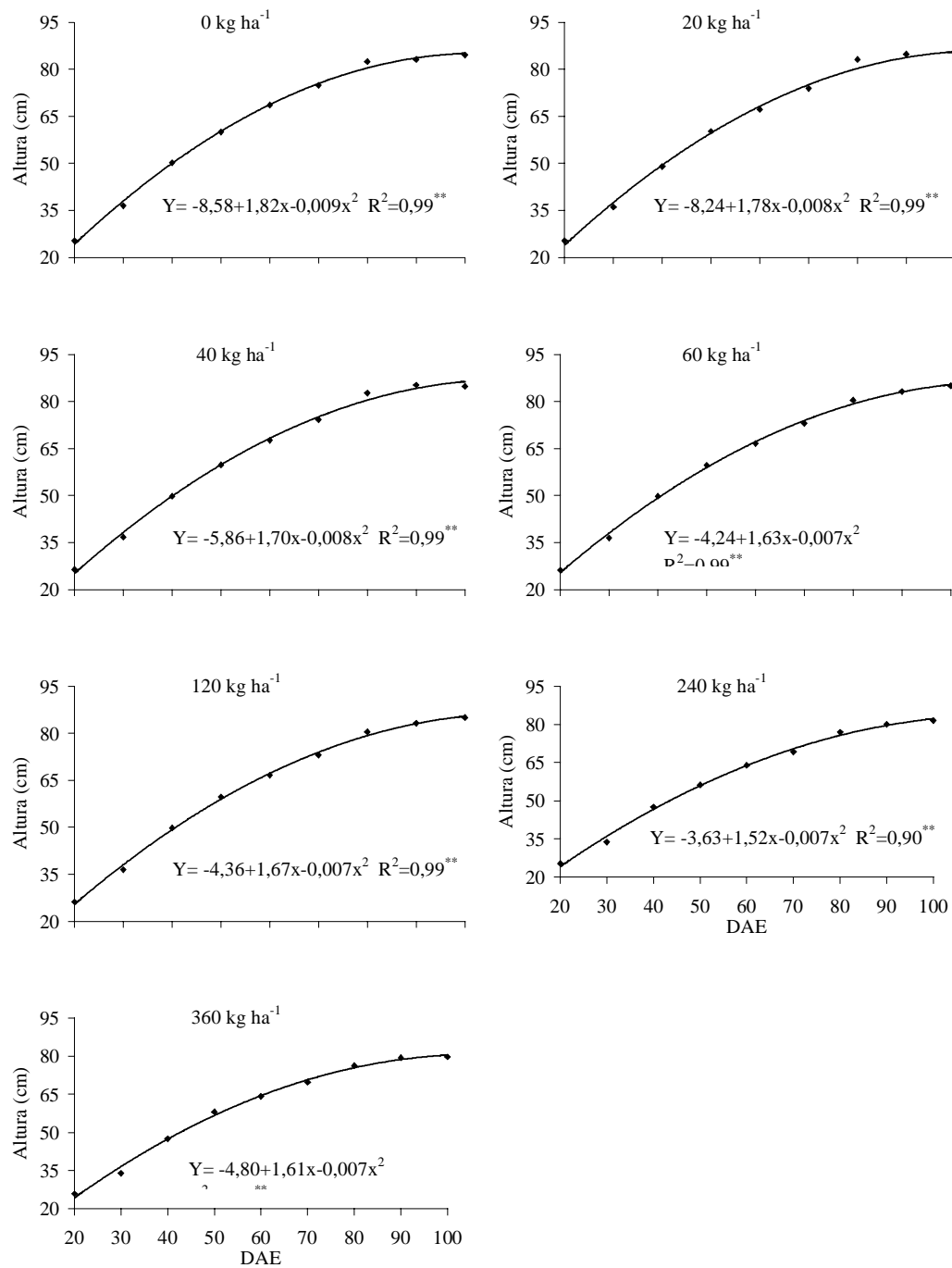


Figura 2. Altura de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.

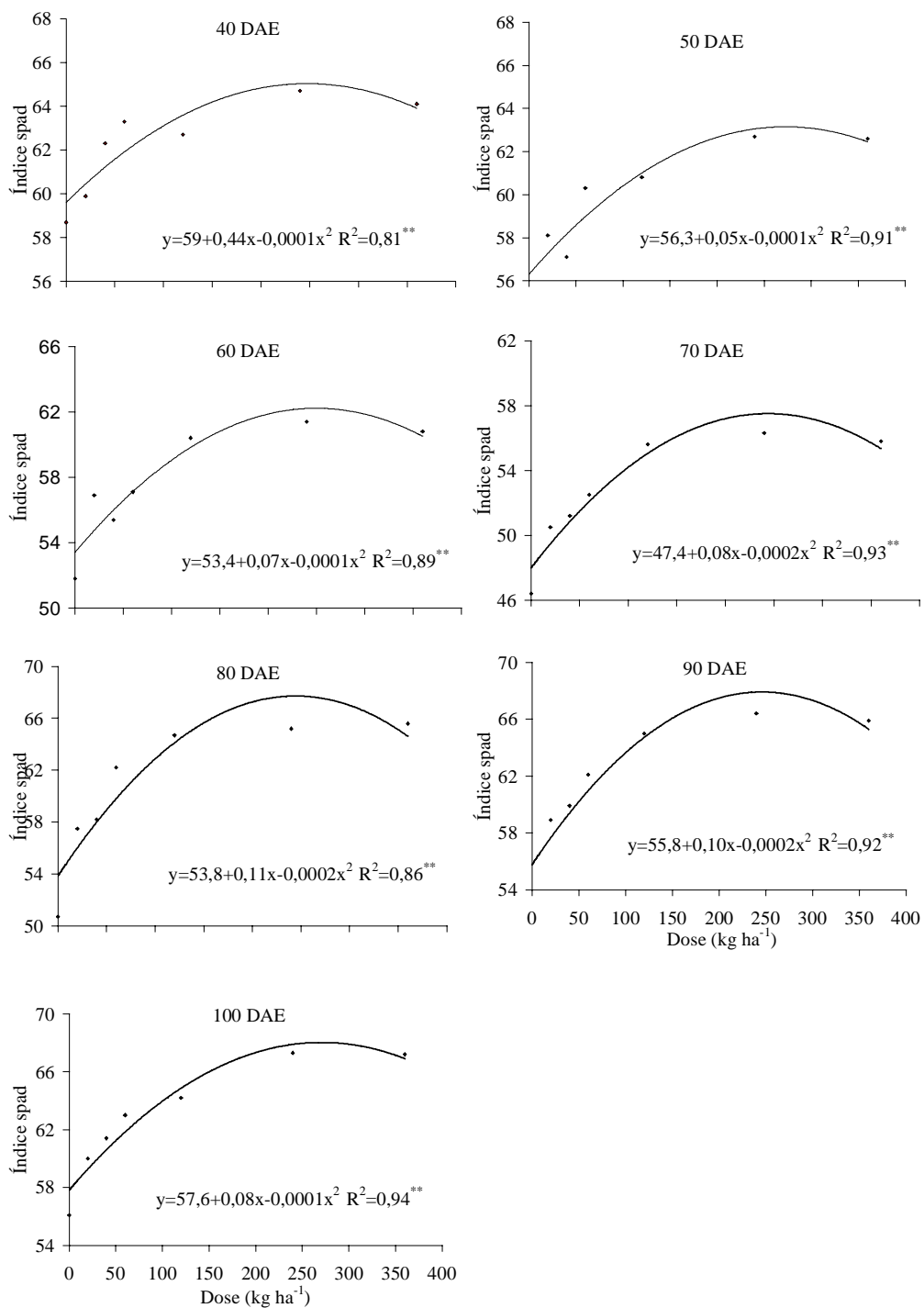


Figura 3. Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em sete épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu 2004.

Em relação às épocas avaliadas (Figura 4) verifica-se nítida redução de clorofila dos 40 aos 70 DAE, que pode ser atribuída a diluição desse composto, em face do maior crescimento das plantas, aliado, provavelmente, ao período de tempo ainda insuficiente para a incorporação do nitrogênio aplicado, sobretudo na segunda adubação em cobertura. Na avaliação realizada aos 80 DAE, notam-se significativos aumentos na concentração de clorofila, em especial nos tratamentos que receberam as maiores doses, mantendo-se até os 100 DAE. Bull et al. (2002) obtiveram redução nos teores de clorofila nas folhas de alho dos 30 aos 60 DAE, com aumentos na concentração a partir dos 75 DAE.

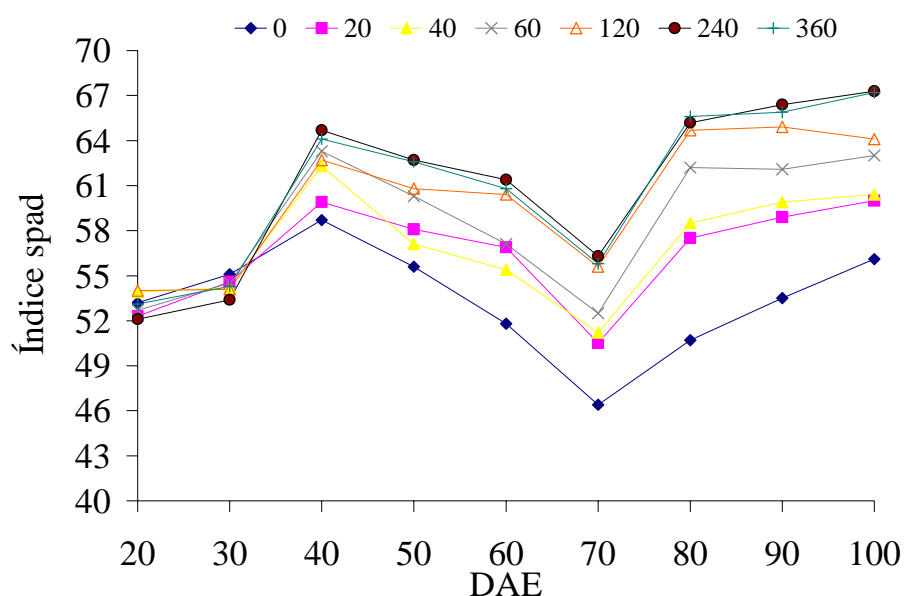


Figura 4. Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.

A Tabela 13 apresenta os resultados da análise de variância para os teores de nutrientes em folhas de plantas de alho.

Tabela 13. Análise de variância para teores de nutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.

| Causas de variação | Nutrientes |       |       |       |       |       |
|--------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | N          | P     | K     | Ca    | Mg    | S     |
| Dose de N (N)      | **         | ns    | **    | ns    | ns    | **    |
| Época (E)          | **         | **    | **    | **    | **    | **    |
| Interação Nx E     | *          | ns    | ns    | ns    | ns    | ns    |
| Bloco              | *          | **    | **    | **    | **    | **    |
| Q.M. Resíduo       | 11,38      | 0,21  | 18,69 | 1,67  | 13,09 | 1,69  |
| C.V.(%)            | 9,28       | 12,47 | 10,75 | 16,30 | 2,75  | 15,45 |

\*\* Significativo a 1%, \* significativo a 5%, ns – não significativo

Verifica-se pela Tabela 13 que a concentração de nitrogênio na matéria seca foi influenciada tanto pelas doses como pelas épocas de avaliação, havendo interação entre estes fatores.

Com relação aos efeitos de doses, estes somente foram verificados a partir dos 50 DAE, ou seja, cerca de 30 dias após a primeira adubação em cobertura. A Figura 5 mostra elevação no teor de nitrogênio na parte aérea das plantas, atingindo o valor máximo com as doses aplicadas entre 200 e 250 kg N ha<sup>-1</sup>, para as épocas que ocorreram efeito quadrático (60, 70 e 90 DAE) e aumento até a maior dose 360 kg N ha<sup>-1</sup> para as épocas que sofreram efeito linear (50, 80, 100 DAE).

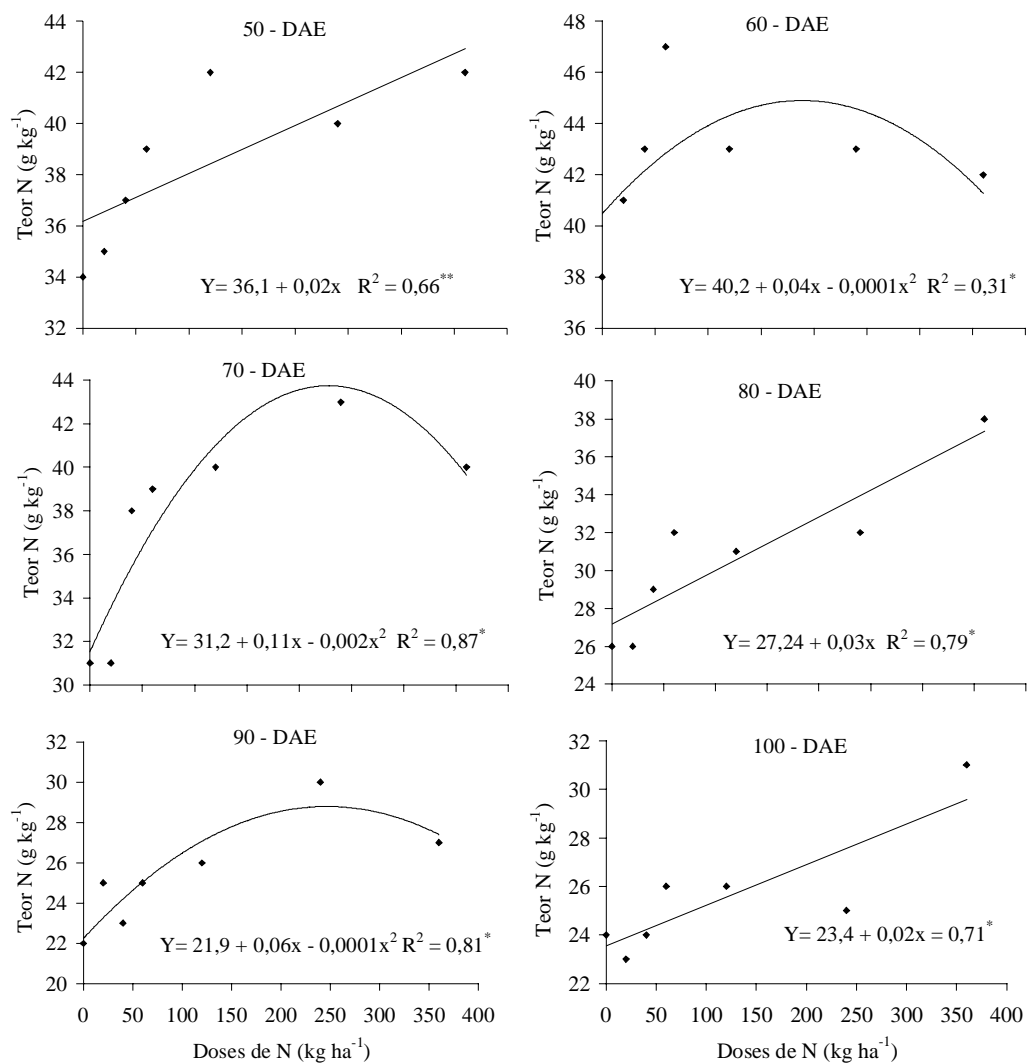


Figura 5. Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em seis épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

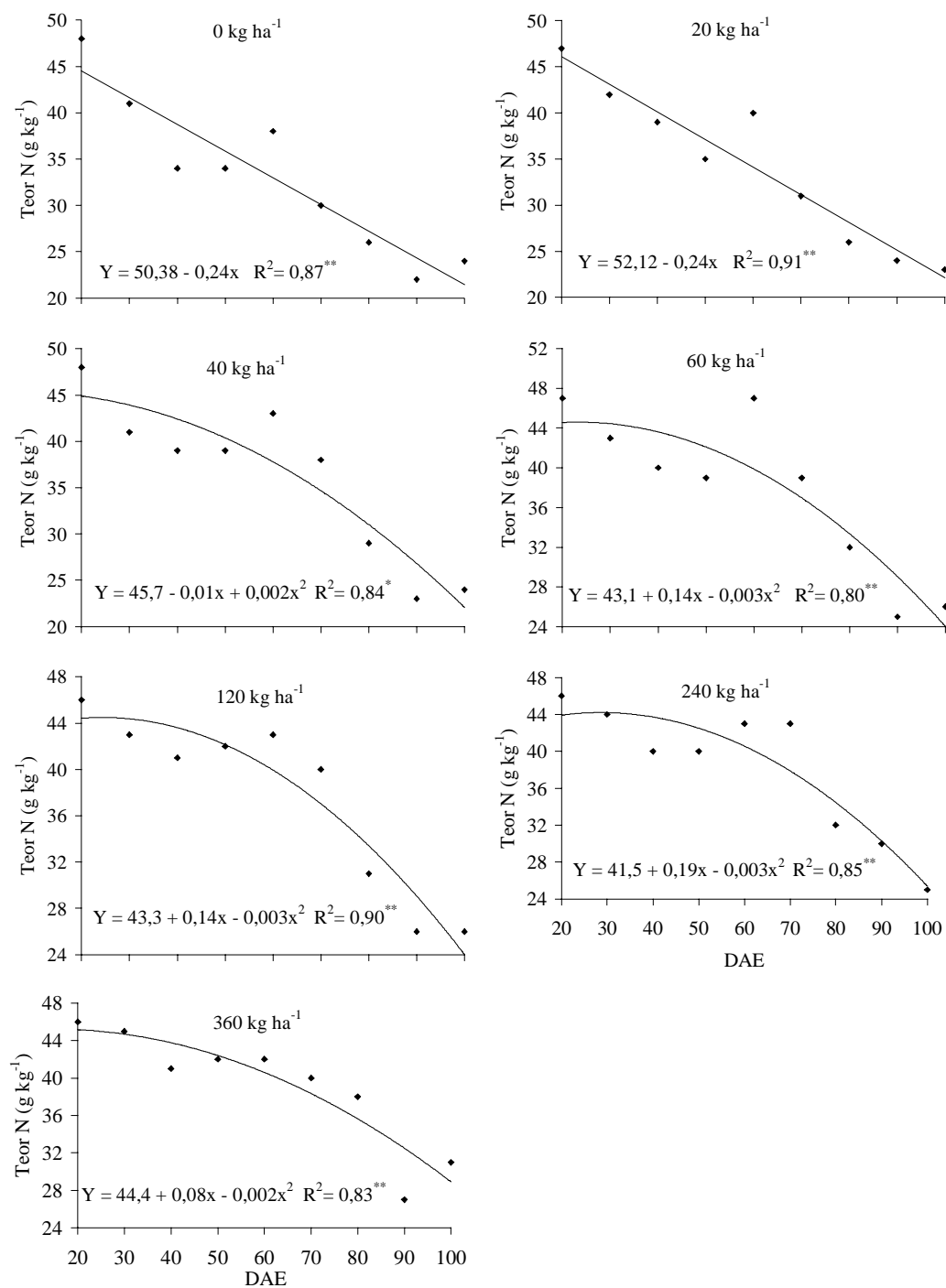


Figura 6. Teor de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Com o avanço da época de amostragem houve redução na concentração de N, ocorrendo efeito linear decrescente para as doses 0 e 20 kg N ha<sup>-1</sup> e efeito quadrático para as demais doses. Observou-se teores mais elevados de nitrogênio no início do período de desenvolvimento da cultura, reduzindo a concentração à medida que a planta atingia o seu estágio de maturação. Estes resultados são compatíveis com os estádios fenológicos da cultura, uma vez que, no início de desenvolvimento, em função do pequeno porte das folhas, há nitrogênio no tecido originado principalmente das reservas contidas no bulbilho-semente e, com o desenvolvimento da cultura há translocação para outras partes da planta, sobretudo para a formação de bulbos a partir dos 60 DAE, além do natural efeito de diluição com o crescimento da planta (Figura 6).

O teor de fósforo na parte aérea (Tabela 13) não foi influenciado pelas doses de nitrogênio aplicadas, resultados semelhantes aos obtidos por Büll et al. (2002). A Figura 7 mostra redução nos teores desse nutriente na planta com a época de avaliação, independente da dose de fertilizante nitrogenado considerada.

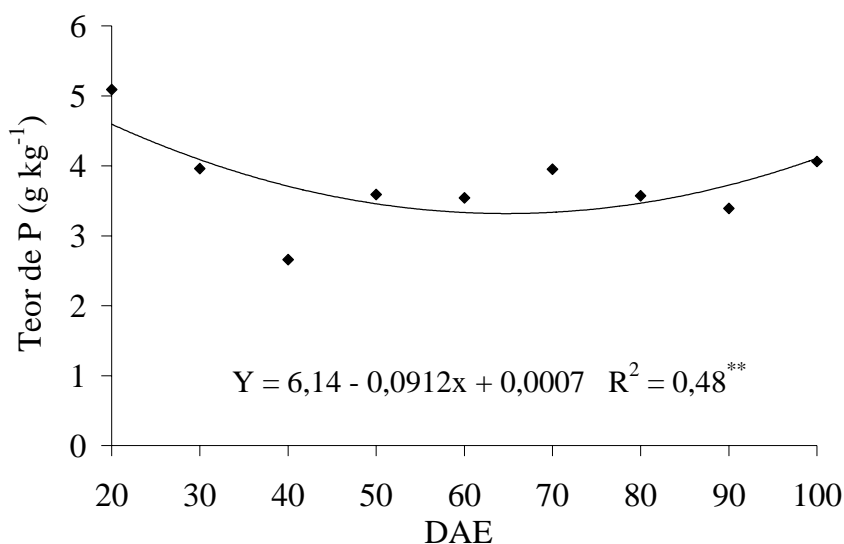


Figura 7. Teor de fósforo (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Os teores de potássio nas folhas de alho foram influenciados tanto pelas doses de nitrogênio como pela época de avaliação (Tabela 13). Através da Figura 8 verifica-se que para as doses aplicadas de nitrogênio ocorreu diminuição no teor de potássio. Adams et al. (1973) encontraram resultados semelhantes na cultura do tomateiro. Com o avanço do desenvolvimento da cultura (Figura 9) houve uma nítida redução no teor de potássio, provocado pelo efeito natural de diluição com o crescimento da planta.

Os teores de cálcio e magnésio (Tabela 13) também não mostram variação entre as doses de nitrogênio, entretanto, mostram comportamento inverso ao potássio, considerando épocas de avaliação, ou seja, há nítida elevação no teor de cálcio e magnésio com a redução no teor de potássio com o desenvolvimento da cultura (Figuras 10 e 11 respectivamente). Resultados semelhantes, também para a cultura de alho vernalizado, foram obtidos por Büll et al. (1998 e 2002) e podem ser atribuídos ao efeito antogônico do potássio sobre a absorção de cátions divalentes.

Para os teores de enxofre, verifica-se na Tabela 13 que doses de nitrogênio e épocas avaliadas foram significativas. Para as doses de N aplicadas (Figura 12), observa-se efeito quadrático, ocorrendo tendência de redução no teor de enxofre, em comportamento inversamente proporcional ao apresentado pelos teores foliares de nitrogênio, apresentando os menores valores entre as doses de 200 a 250 kg N ha<sup>-1</sup>, doses essas responsáveis pelos maiores teores de nitrogênio nas folhas. Estes resultados, também relatados por Büll et al. (2002) mostram um possível efeito de inibição competitiva do nitrogênio sobre a absorção de enxofre. Para as épocas avaliadas (Figura 13), ocorreu efeito quadrático sendo os maiores teores encontrados no período compreendido entre os 40 e 50 DAE, vindo depois desse período ocorrer uma nítida diminuição.

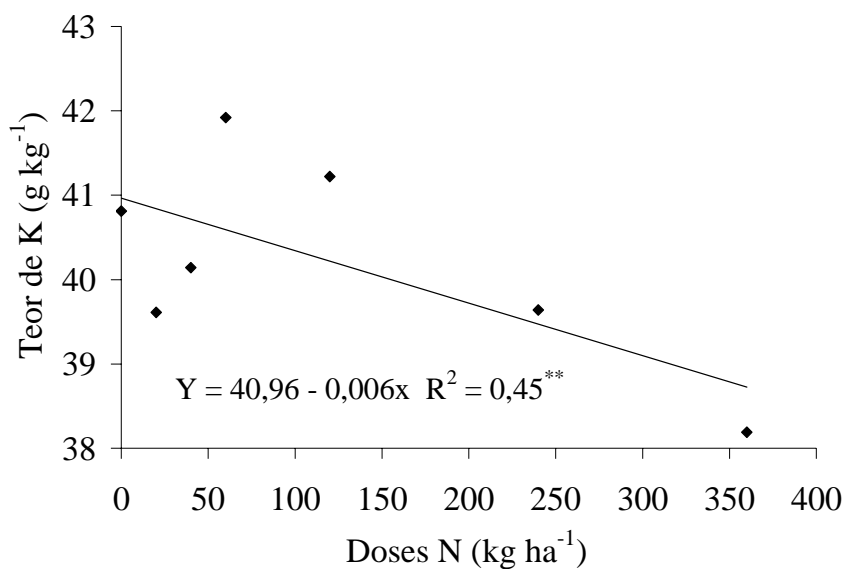


Figura 8. Teor de potássio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

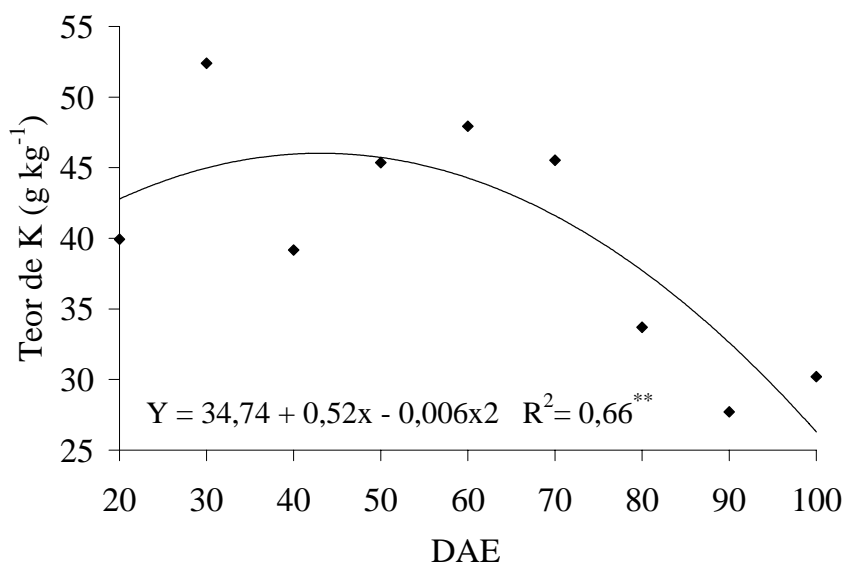


Figura 9. Teor de potássio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

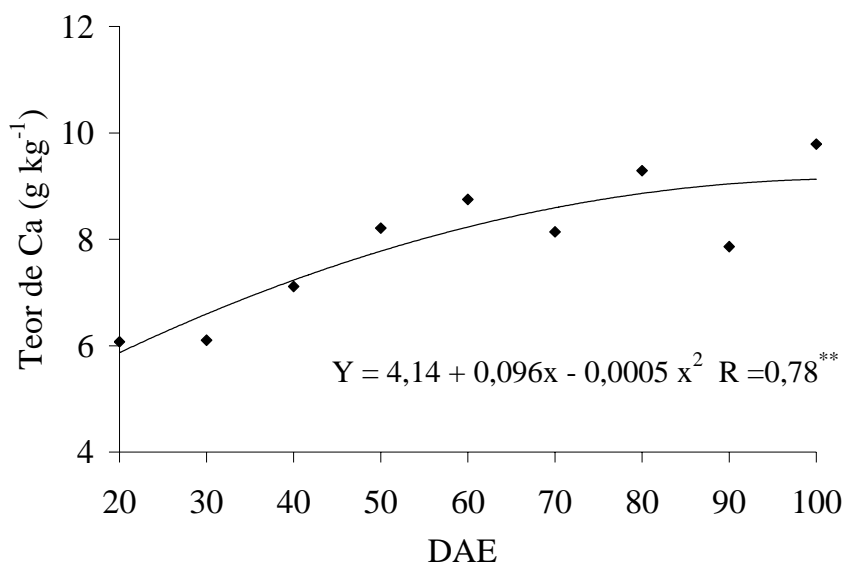


Figura 10. Teor de cálcio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

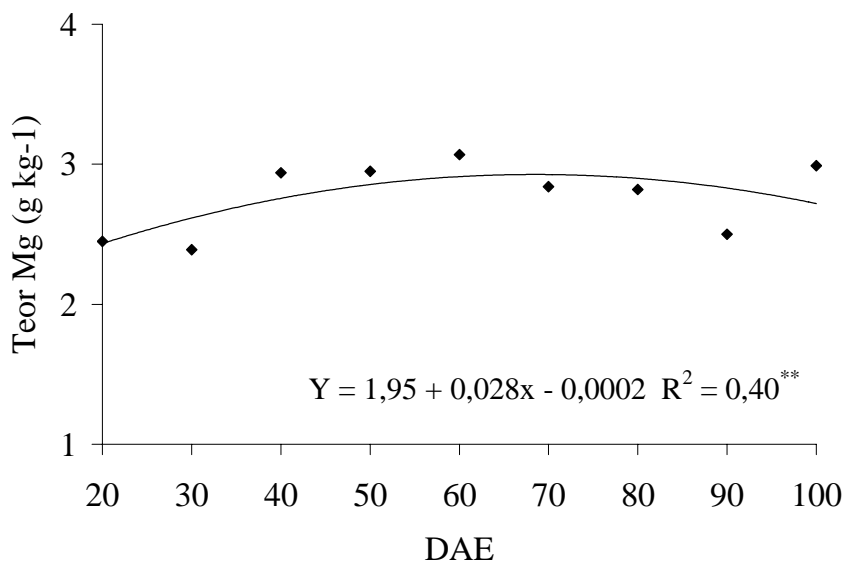


Figura 11. Teor de magnésio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.

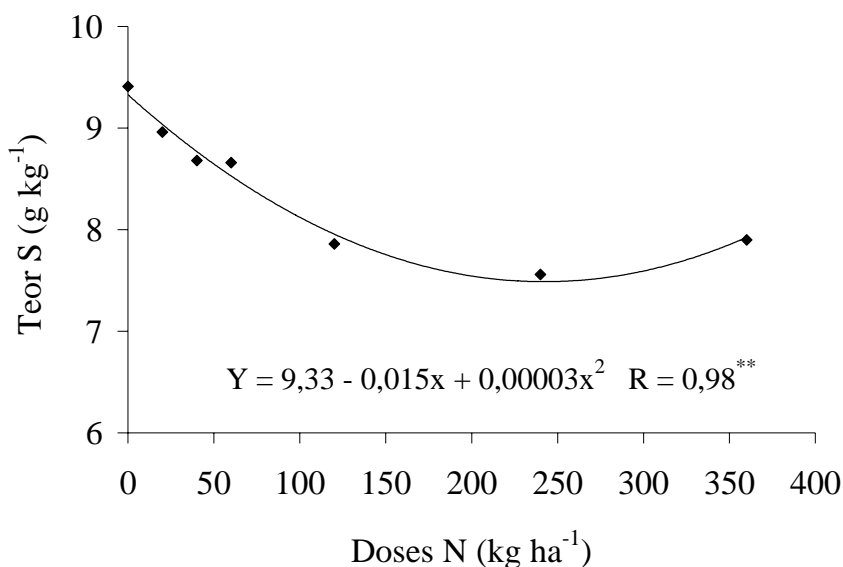


Figura 12. Teor de enxofre (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu 2004.

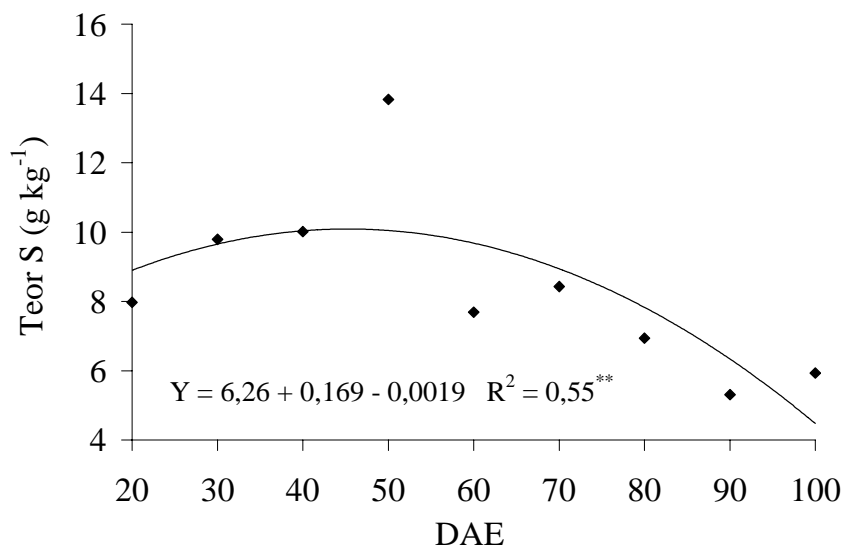


Figura 13. Teor de enxofre (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu 2004.

A Tabela 14 apresenta os resultados da análise de variância para os teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Verifica-se que houve interação entre doses de nitrogênio e época de avaliação para os teores de boro, cobre, manganês e zinco. Os

teores de ferro foram influenciados tanto pelas doses como pela época, não havendo interação entre estes dois fatores.

Tabela 14. Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.

| Causas de variação | Nutrientes |      |        |       |       |
|--------------------|------------|------|--------|-------|-------|
|                    | B          | Cu   | Fe     | Mn    | Zn    |
| Dose de N (N)      | ns         | **   | **     | **    | **    |
| Época (E)          | **         | **   | **     | **    | **    |
| Interação NxE      | **         | *    | ns     | **    | **    |
| Bloco              | **         | ns   | **     | **    | **    |
| Q.M. Resíduo       | 30,03      | 0,96 | 342,63 | 37,92 | 5,85  |
| C.V.(%)            | 16,91      | 22,8 | 24,10  | 22,19 | 14,90 |

\*\* - Significativo a 1%, \* - Significativo a 5%, ns – não significativo.

Na Figura 14 verifica-se que aos 30 e 80 DAE ocorreu diminuição nos teores de boro na planta com as doses aplicadas. Já aos 20 dias, observa-se efeito contrário. Isso pode ser explicado pelo fato de que aos 20 dias foi efetuada a primeira adubação nitrogenada de cobertura, de modo que o nitrogênio não interferiu na concentração de boro até esta época. Com o avanço da época de amostragem houve uma redução na concentração de boro, ocorrendo efeito linear decrescente para as doses avaliadas (Figura 15). Observaram-se teores mais elevados de boro no início do período de desenvolvimento da cultura, reduzindo a concentração à medida que a planta atingia o seu estágio de maturação.

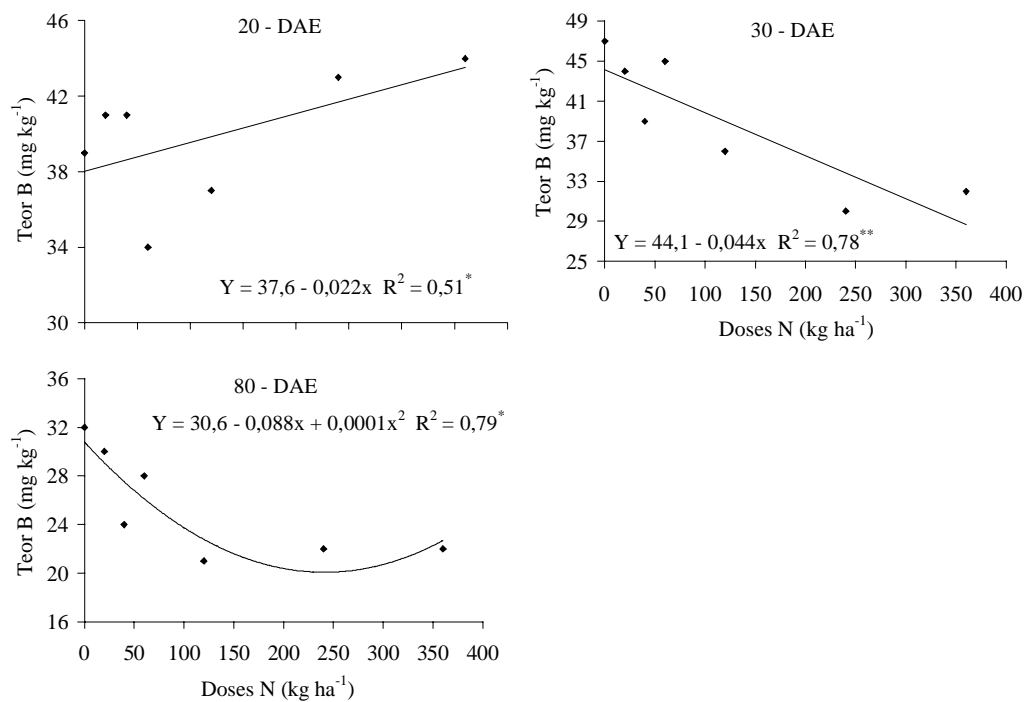


Figura 14. Teor de boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em três épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

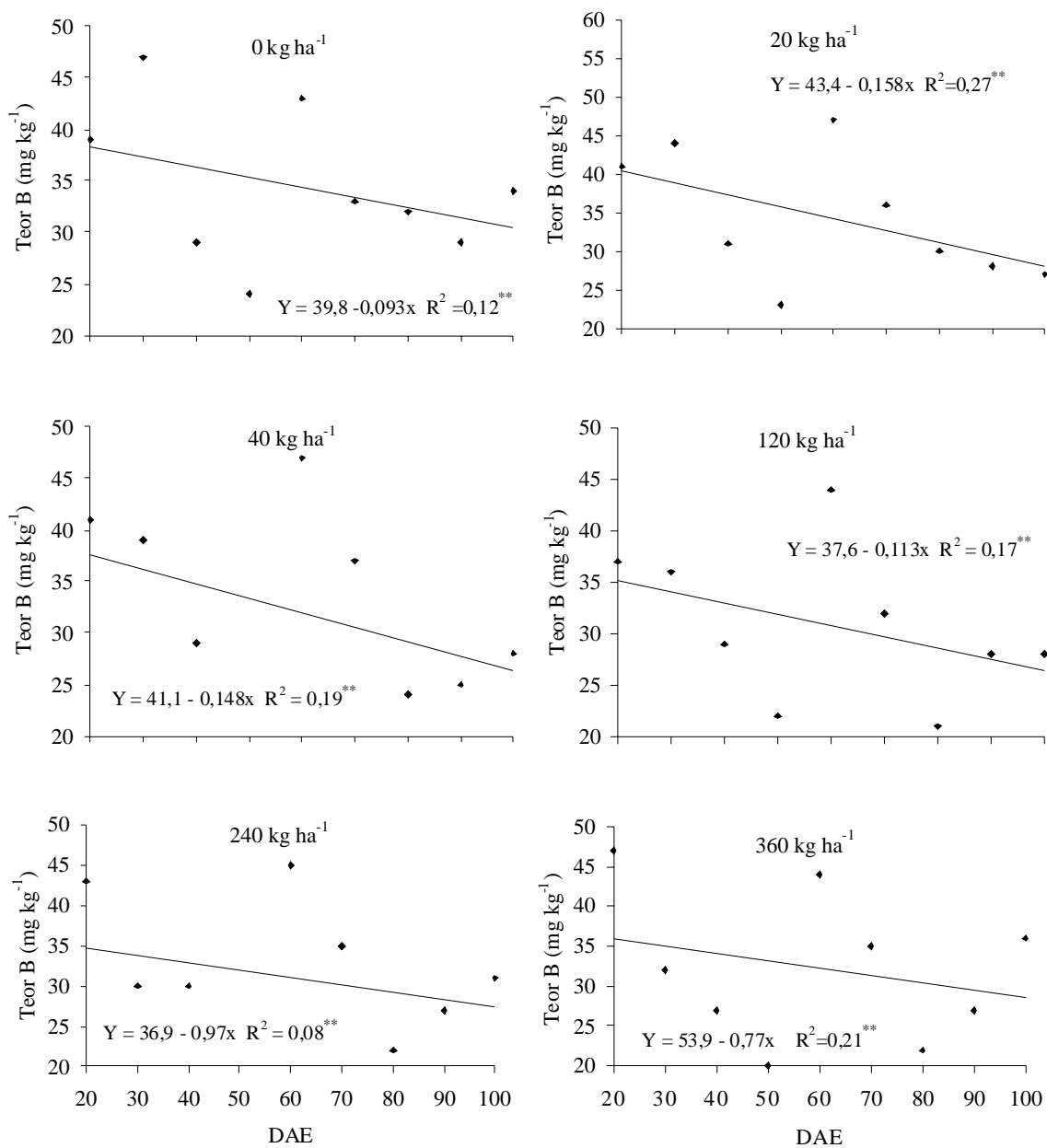


Figura 15. Teor de boro (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Para os teores de cobre observa-se diminuição da concentração desse nutriente com as doses de nitrogênio (Figura 16). Com o avanço da época de avaliação também houve redução na concentração dos teores foliares de cobre (Figura 17).

Em relação às doses de nitrogênio aplicadas (Figura 18), observa-se efeito quadrático ocorrendo as maiores concentrações de ferro entre as doses de 150 a 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Os teores de ferro foram influenciados pela época de avaliação, apresentando tendência de redução na concentração deste micronutriente (Figura 19).

Para o manganês, verifica-se na Figura 20, que o aumento das doses de nitrogênio promoveu um aumento na concentração deste micronutriente aos 60, 70 e 80 dias após a emergência. Com o avanço da época de avaliação, verifica-se que quando aplicadas às doses de 120, 240 e 360 kg ha<sup>-1</sup> houve um efeito quadrático, observando-se maiores concentrações de manganês dos 50 aos 70 dias após a emergência, diminuindo nas demais épocas avaliadas (Figura 21).

Os teores de zinco também aumentaram com o aumento das doses de nitrogênio, isto aos 70, 80 e 90 dias após a emergência. Aos 20 dias, época em que foi feita a adubação nitrogenada, ocorreu uma diminuição na concentração deste micronutriente (Figura 22). Com o desenvolvimento da cultura, houve uma redução nos teores de zinco quando relacionadas com todas as doses de N aplicadas (Figura 23).

Em linhas gerais, as concentrações foliares dos micronutrientes boro e cobre diminuíram com a aplicação das doses de nitrogênio e os micronutrientes manganês e zinco aumentaram suas concentrações. Estes resultados sugerem um possível efeito antagônico do nitrogênio prejudicando a absorção de boro e cobre e um efeito sinérgico do nitrogênio, favorecendo a absorção de manganês e zinco pelas plantas. Observa-se que para todos os micronutrientes avaliados, a concentração dos mesmos diminuiu à medida que a planta atingia o seu estágio de maturação. Provavelmente estes nutrientes foram translocados para a diferenciação e formação dos bulbos, sendo a parte radicular considerada um forte dreno.

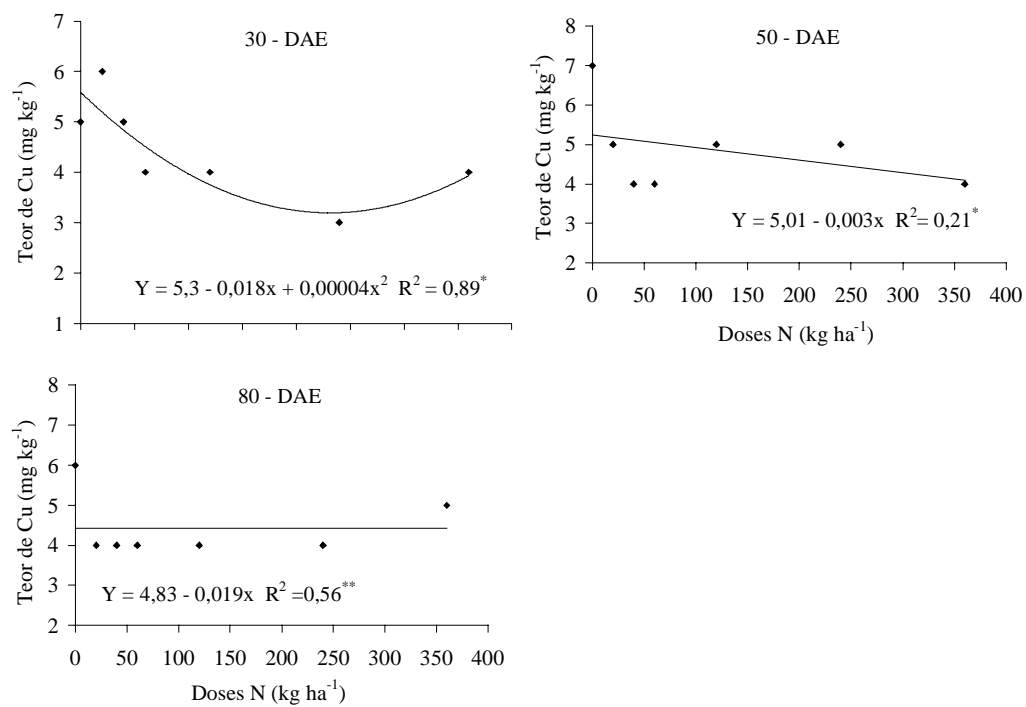


Figura 16. Teor de cobre (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em três épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

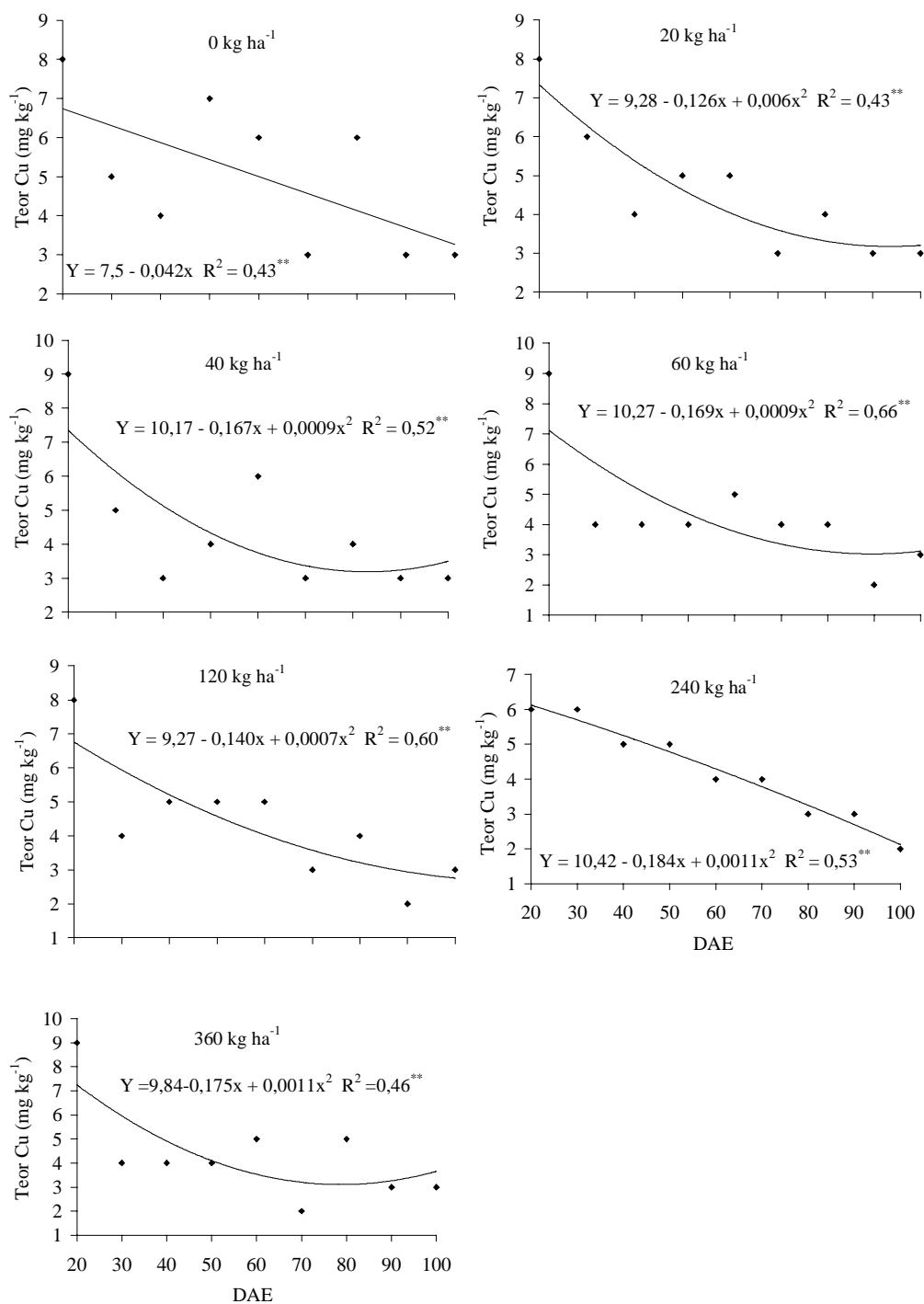


Figura 17. Teor de cobre (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

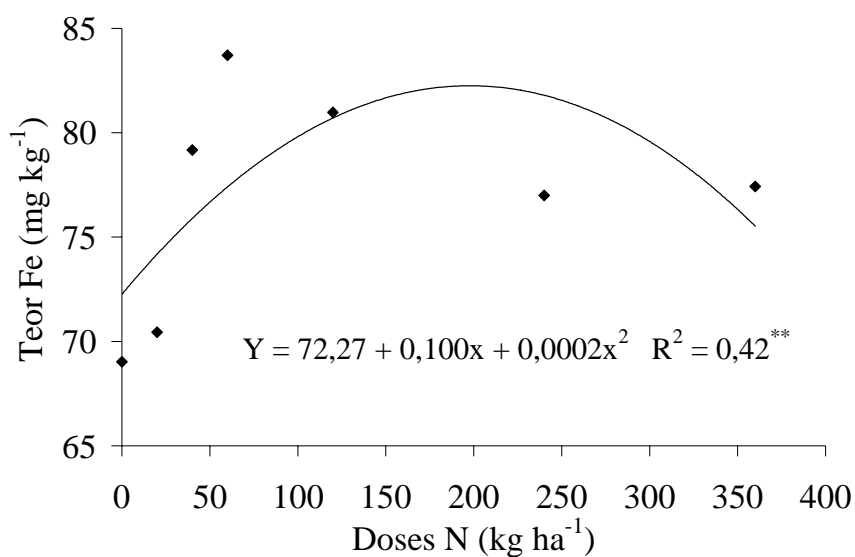


Figura 18. Teor de ferro (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

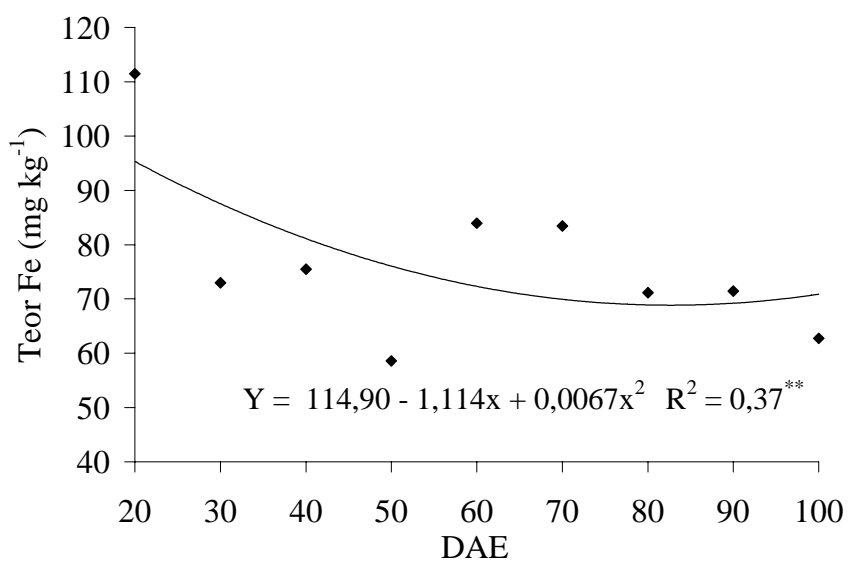


Figura 19. Teor de ferro (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

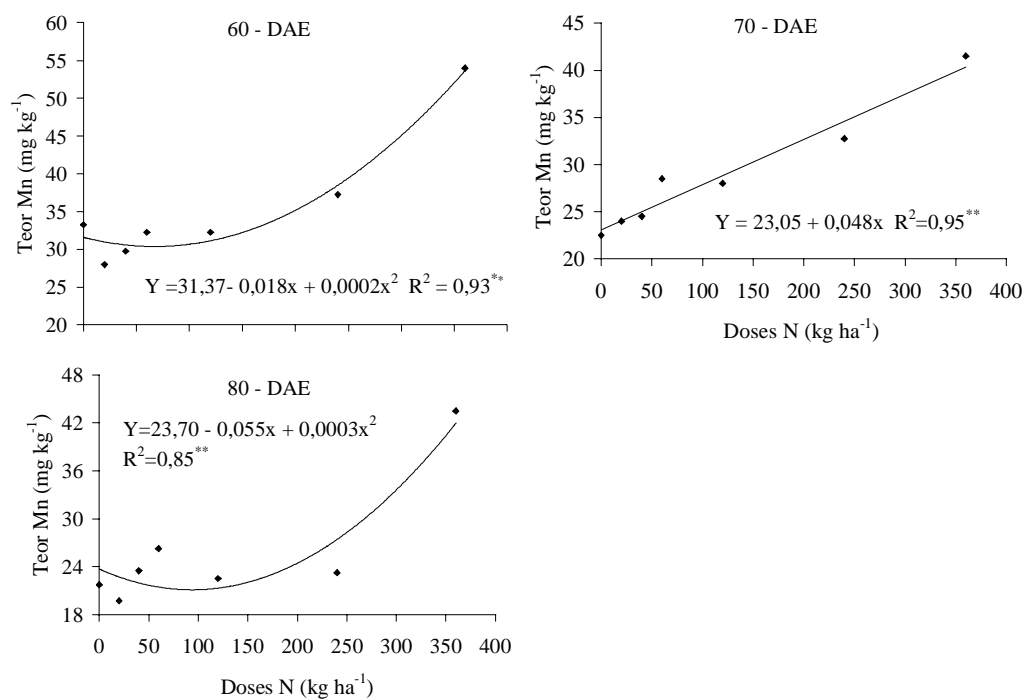


Figura 20. Teor de manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em três épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

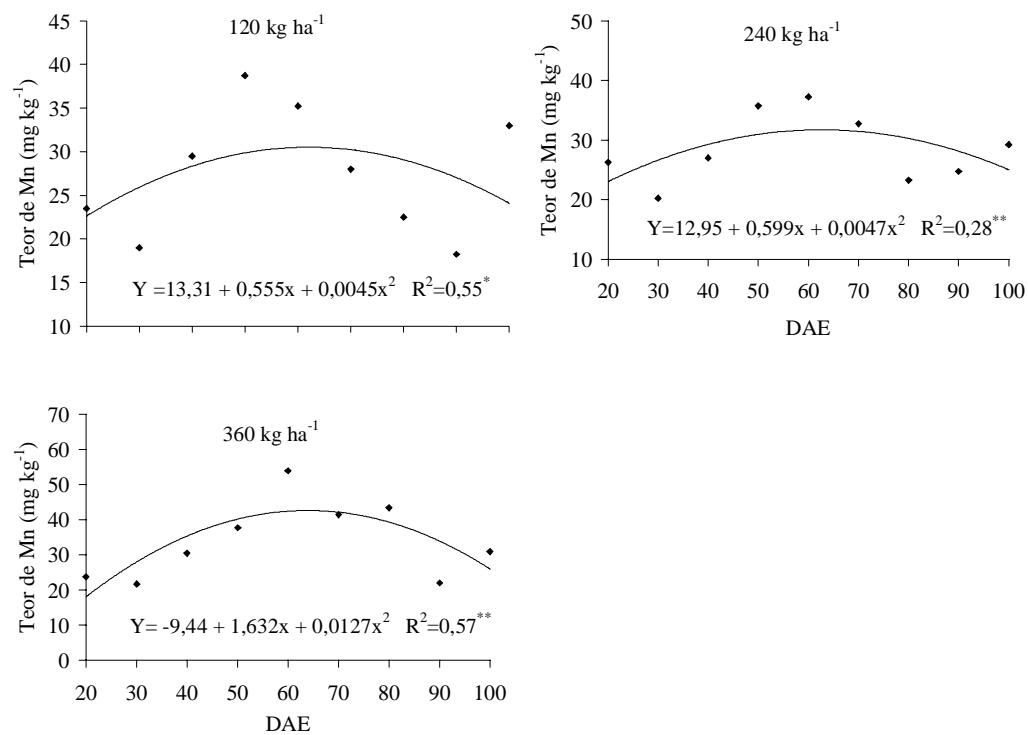


Figura 21. Teor de manganês (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

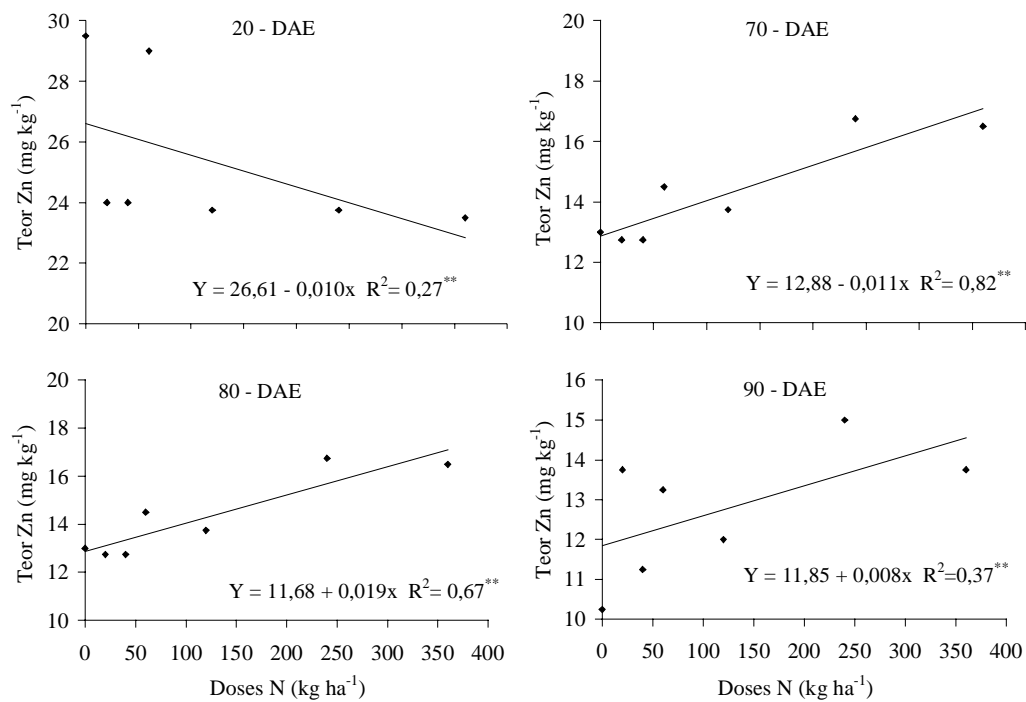


Figura 22. Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em quatro épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

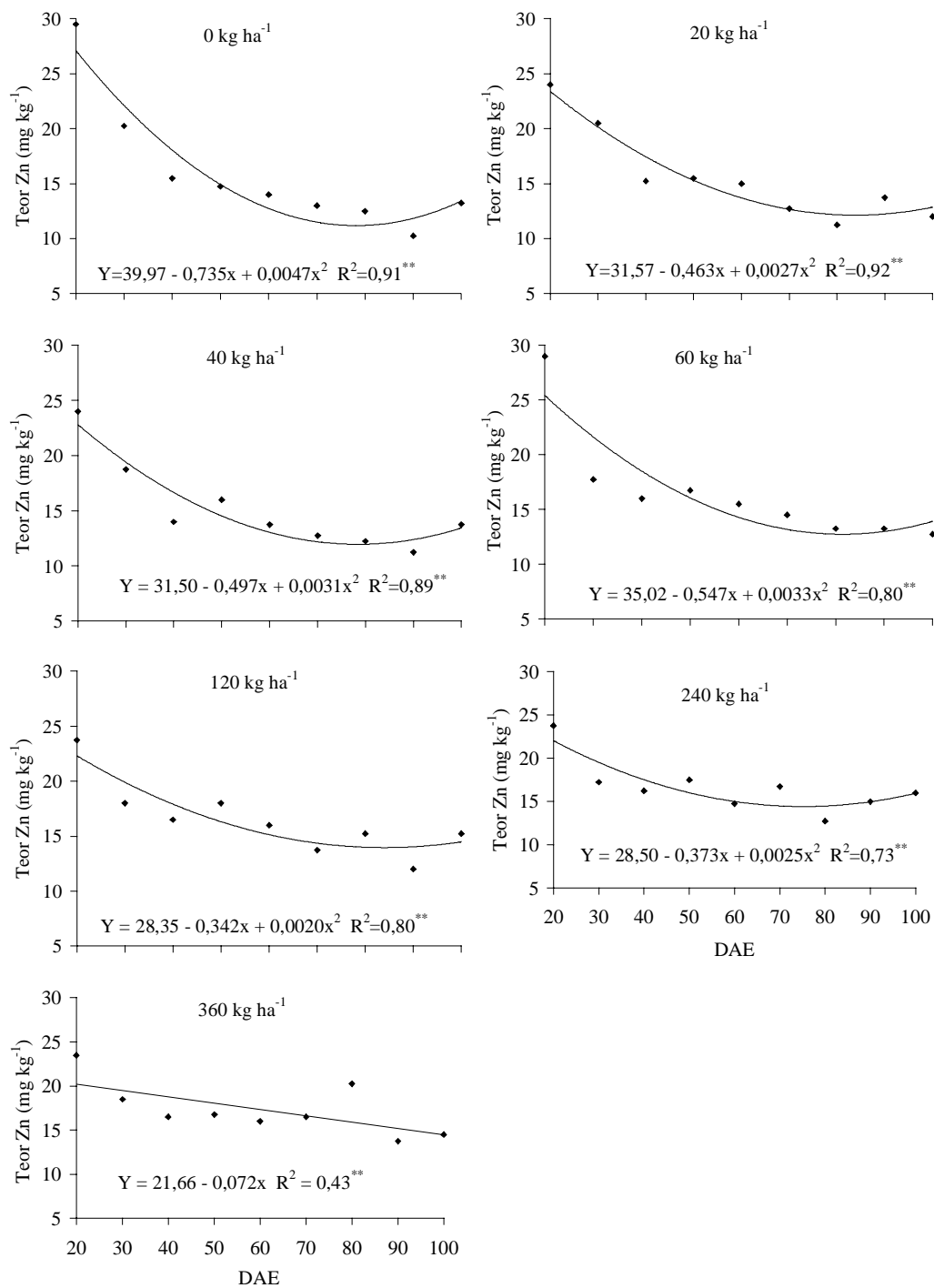


Figura 23. Teor de zinco ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.



A Tabela 16 mostra correlação entre o teor de clorofila e o teor de nitrogênio da planta de alho, indicando que houve correlação significativa e positiva aos 20, 40, 50, 70, 80, 90 e 100 dias após a emergência.

Tabela 16. Coeficiente de correlação entre teor de clorofila (x) e o teor de N nas folhas da planta de alho (y) em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. Botucatu, 2004.

| Épocas de avaliação | Coeficiente de Correlação |
|---------------------|---------------------------|
| 20 DAE              | 0,52**                    |
| 30 DAE              | ns                        |
| 40 DAE              | 0,63**                    |
| 50 DAE              | 0,52**                    |
| 60 DAE              | ns                        |
| 70 DAE              | 0,76**                    |
| 80 DAE              | 0,57**                    |
| 90 DAE              | 0,61**                    |
| 100 DAE             | 0,64**                    |

\*\* - Significativo a 1%, ns – não significativo.

Os coeficientes de correlação obtidos neste experimento foram relativamente baixos. Alguns autores como Peng et al., (1995) e Chapman e Barreto (1997) encontraram coeficientes de correlação mais altos, em torno de 0,95, quando consideraram o peso específico da folha para reduzir o efeito da espessura da folha na leitura do aparelho, porém, esta metodologia tira uma das grandes vantagens do clorofilômetro que nos possibilita obter resultados instantâneos no campo, de modo simples, rápido e não destrutivo podendo amostrar quantas plantas forem necessárias e descartar valores discrepantes, substituindo-os por dados mais confiáveis.

O fato de este experimento ter ocorrido correlação aos 20 dias após a emergência nos permite monitorar o teor de nitrogênio através da clorofila no início do ciclo da cultura, época favorável para se efetuar a prática da adubação nitrogenada de cobertura.

Aos 40 e 50 DAE também houve correlação significativa do teor de clorofila e N foliar, facilitando a prática da adubação de cobertura antes da diferenciação dos bulbos (Figura 24).

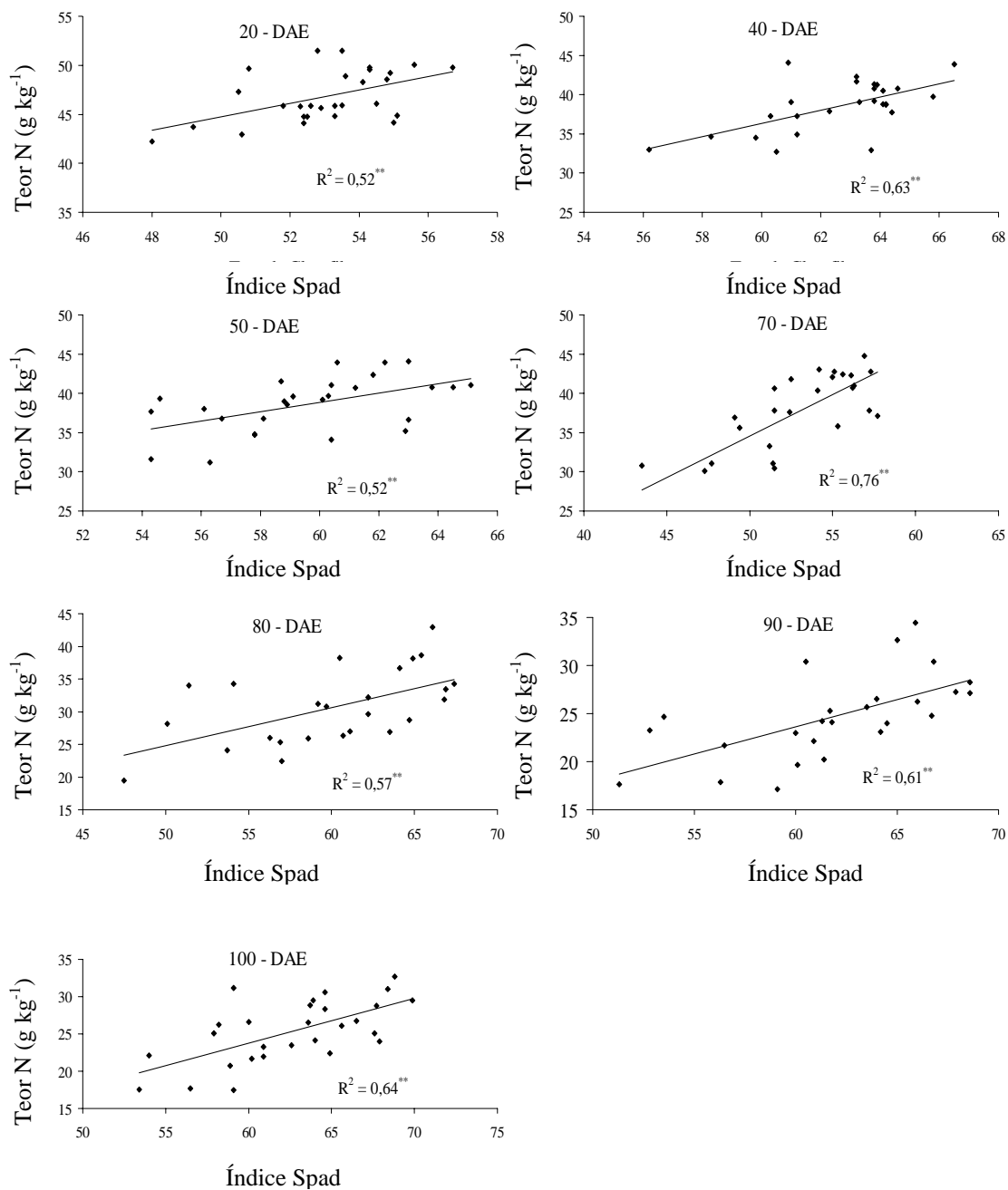


Figura 24. Relação entre o Teor de clorofila e o teor de N nas folhas de plantas de alho em sete épocas de avaliação (DAE). Botucatu, 2004.

A melhor correlação do teor de clorofila com o teor de N foliar ocorreu aos 70 dias após a emergência, 20 dias após a segunda adubação em cobertura.

Não ocorreu correlação aos 30 e 60 DAE, (10 dias após a primeira adubação nitrogenada e 10 dias após a segunda adubação), podendo estar relacionado ao fato do período de tempo ser insuficiente para a incorporação do nitrogênio aplicado.

A porcentagem de plantas com pseudoperfilhamento (Figura 25), embora com elevado coeficiente de variação obtido, demonstrou aumento linear com a elevação na dose de nitrogênio em cobertura, confirmada pela análise de variância (Tabela 17). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza e Casali (1991) e Garcia et al. (1994). Büll et al. (2002) também observaram nítida tendência de aumento de pseudoperfilhamento com a elevação na dose de fertilizante nitrogenado. Entretanto, Seno et al. (1990) não relataram efeitos da dose de nitrogênio aplicado em cobertura no aumento de pseudoperfilhamento, utilizando doses que variaram de 33 a 262 kg ha<sup>-1</sup>. Do mesmo modo, Silva (1991) não observou relação de doses de nitrogênio com a incidência de pseudoperfilhamento quando trabalhou com doses de 20 a 100 kg ha<sup>-1</sup>.

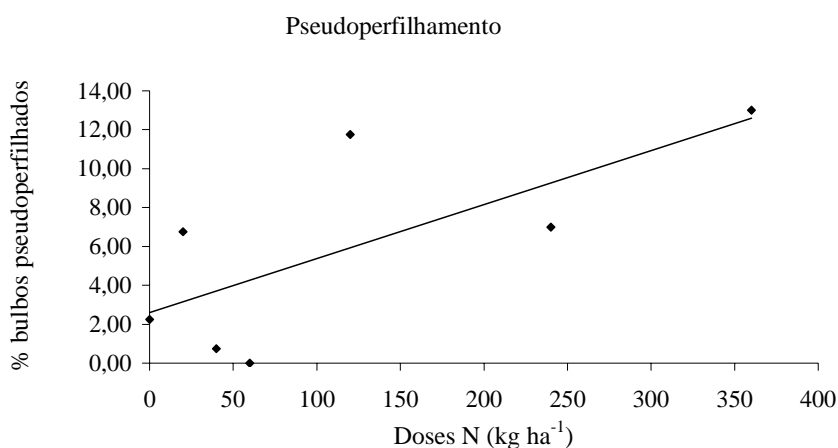


Figura 25. Relação entre porcentagem de pseudoperfilhamento e doses de nitrogênio aplicado em cobertura. Botucatu, 2004.

A Tabela 17 apresenta os valores da análise de variância para peso médio de bulbo, produção total, produção não comercial, produção comercial, pseudoperfilhamento e índice de formato para a cultura do alho.

Tabela 17. Análise de variância para peso médio de bulbo, produção total, produção não comercial, produção comercial, índice de formato e pseudoperfilamento. Botucatu, 2004.

| Fonte de variação | Peso médio bulbo | Produção total | Produção não comercial | Produção comercial | Índice de formato | Pseudo-perfilamento |
|-------------------|------------------|----------------|------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Doses             | ns               | ns             | ns                     | ns                 | ns                | 3,68*               |
| Bloco             | ns               | ns             | ns                     | ns                 | ns                | ns                  |
| Q.M.              | 28,74            | 1717890,21     | 344907,49              | 1837060,44         | 0,000499          | 0,066792            |
| Resíduo           |                  |                |                        |                    |                   |                     |
| C.V. (%)          | 14,45            | 14,46          | 17,76                  | 17,76              | 3,28              | 76,11               |

ns – não significativo, \* significativo a 5%

A produção total de bulbos (Tabela 17) não foi influenciada pelas doses de nitrogênio, resultado semelhante ao encontrado por Seno et al. (1990), Costa et al. (1993) e Nakagawa et al. (1990), e contrariando relatos de Alvarenga e Santos (1982); Moraes e Leal (1986); Izioka (1990); Resende et al. (2001), Büll et al. (2002). Souza e Casali (1991), obtiveram aumento linear na medida em que se aumentaram as doses de nitrogênio, utilizando a cv. Júreia.

A não resposta à adubação nitrogenada em cobertura, obtida neste trabalho deve estar associada à aplicação da adubação orgânica, prática realizada pelos produtores de alho, vindo a suprir a necessidade em nitrogênio da planta. Entretanto, mesmo sem ter ocorrido diferença estatística, pode-se verificar na (Tabela 18) que as doses de 60 e 120 kg N ha<sup>-1</sup>, foram as que proporcionaram a maior produção de bulbos. Doses maiores como a de 240 e 360 kg ha<sup>-1</sup> promoveram maior quantidade de bulbos não comerciais. Marouelli et al. (2002) verificaram a máxima produtividade de bulbos com a dose de 64 kg N ha<sup>-1</sup>. Silva et al. (2000) obtiveram resposta positiva até a dose de 85 kg N ha<sup>-1</sup>, alcançando uma produtividade máxima de 11,95 t ha<sup>-1</sup> para a cv. Gravatá, proveniente da cultura de meristemas. Ferrari e Churata-Masca (1975) verificaram que produção de bulbos aumentou significativamente com aplicação de 75 kg N ha<sup>-1</sup>.

Para peso médio de bulbo não ocorreu diferença estatística, mas a dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup> proporcionou o maior peso médio de bulbos 40,72 g. Resultado semelhante ao encontrado por Resende et al. (2001), que obtiveram um aumento de peso médio de bulbo com a maior dose de N aplicada (120 kg ha<sup>-1</sup>). Entretanto Souza e Casali (1991) obtiveram

aumento linear na medida em que se aumentaram as doses de nitrogênio, utilizando a cv.Júreia, alcançando peso médio entorno de 30 gramas. Garcia et al. (1994), Ferrari e Churata-Masca (1975); Krarup e Trobok (1975) também obtiveram aumento linear com doses crescentes de nitrogênio.

O índice de formato, parâmetro associado à qualidade de bulbos produzidos, também não foi influenciado pelas doses de nitrogênio; o valor médio obtido no experimento, é igual a 0,69, indicando bulbos com formato mais achatado, com melhor aspecto visual e comercialmente mais desejável.

Tabela 18. Valores de peso médio de bulbo, produção total, produção não comercial, produção comercial e índice de formato de alho em função de doses de nitrogênio aplicadas. Botucatu, 2004.

| Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) | Peso Médio Bulbo | Produção Total                 | Produção Não Comercial | Produção Comercial | Índice de Formato |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
|                                   | .....g.....      | .....kg ha <sup>-1</sup> ..... |                        |                    |                   |
| 0                                 | 35,45            | 8666                           | 1164                   | 7501               | 0,69              |
| 20                                | 35,41            | 8655                           | 1509                   | 7146               | 0,69              |
| 40                                | 36,18            | 8843                           | 1010                   | 7833               | 0,68              |
| 60                                | 39,09            | 9554                           | 1344                   | 8210               | 0,69              |
| 120                               | 40,72            | 9953                           | 1441                   | 8512               | 0,68              |
| 240                               | 36,46            | 8911                           | 1587                   | 7325               | 0,69              |
| 360                               | 36,37            | 8890                           | 1989                   | 6902               | 0,68              |

Pela análise de variância (Tabela 19) observa-se que não houve diferença significativa para doses dentro de cada peneira notando-se elevado coeficiente de variação. Apesar da análise estatística não revelar diferença significativa foi possível observar que com o aumento das doses ocorreu aumento da concentração média dos bulbos nas peneiras de número 6 a 8 (Figura 26), ressaltando que os bulbos retidos nessas peneiras são considerados de qualidade melhor pois comercialmente atingem valores maiores.

Tabela 19. Análise de variância para classificação de peneiras. Botucatu, 2004.

| Fonte de variação | Pen.2  | Pen.3  | Pen.4  | Pen.5  | Pen.6  | Pen. 7 | Pen.8  |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Doses             | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     |
| Bloco             | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     |
| Q.M.              | 0,0043 | 0,0216 | 0,0240 | 0,0090 | 0,0216 | 0,0152 | 0,0179 |
| Resíduo           |        |        |        |        |        |        |        |
| C.V. (%)          | 342,86 | 65,78  | 44,31  | 37,35  | 36,48  | 22,97  | 25,04  |

ns – não significativo

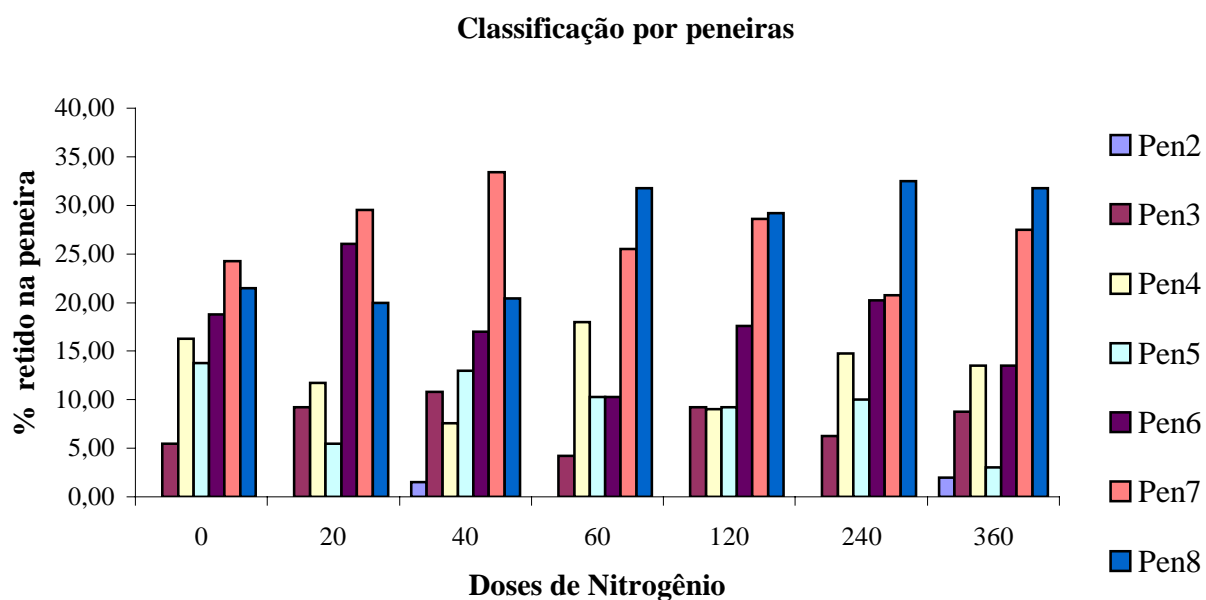


Figura 26. Classificação dos bulbos de acordo com a Circular nº 50/81 da Comissão Técnica de Normas e Padrões do Ministério da Agricultura. Botucatu, 2004.

## 6.2 Experimento 2

A Tabela 20 apresenta os resultados da análise de variância para a altura de plantas e o teor de clorofila em folhas de plantas de alho. Verifica-se que houve interação significativa entre as doses de nitrogênio e épocas avaliadas tanto para a altura de plantas como para o teor de clorofila.

Tabela 20. Análise de variância para altura de planta e leitura de clorofila em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.

| Causa de variação | Variáveis |           |
|-------------------|-----------|-----------|
|                   | Altura    | Clorofila |
| Dose de N (N)     | **        | **        |
| Época (E)         | **        | **        |
| Interação Nx E    | **        | **        |
| Bloco             | **        | **        |
| Q.M. Resíduo      | 29,07     | 8,50      |
| C.V.(%)           | 52,57     | 4,91      |

\*\* Significativo a 1%, ns – não significativo.

Para a altura de plantas, diferindo do experimento 1, foi significativa apenas à interação época dentro de cada dose de nitrogênio, sendo que houve efeito quadrático para todas as doses aplicadas, aumentando os valores acompanhando o crescimento natural da planta (Figura 27). Vale ressaltar que a altura média das plantas atingida neste experimento foi menor que as do experimento anterior, ficando entorno de 68 cm, sendo esses valores um pouco abaixo daquelas obtidas por Büll et al., (1998 e 2002).

Pode-se observar através da Figura 27 que o crescimento inicial das plantas em altura foi rápido.

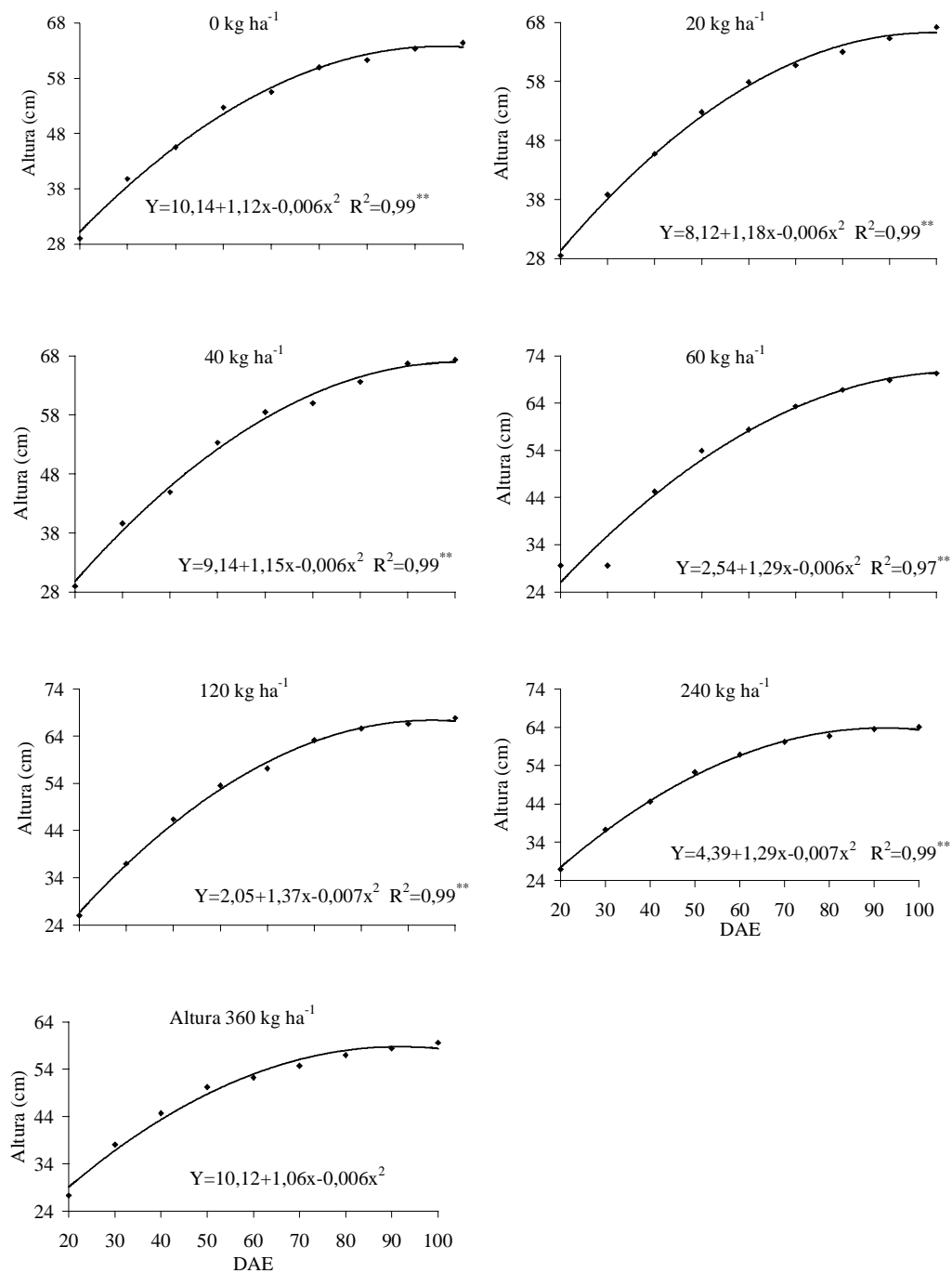


Figura 27. Altura de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

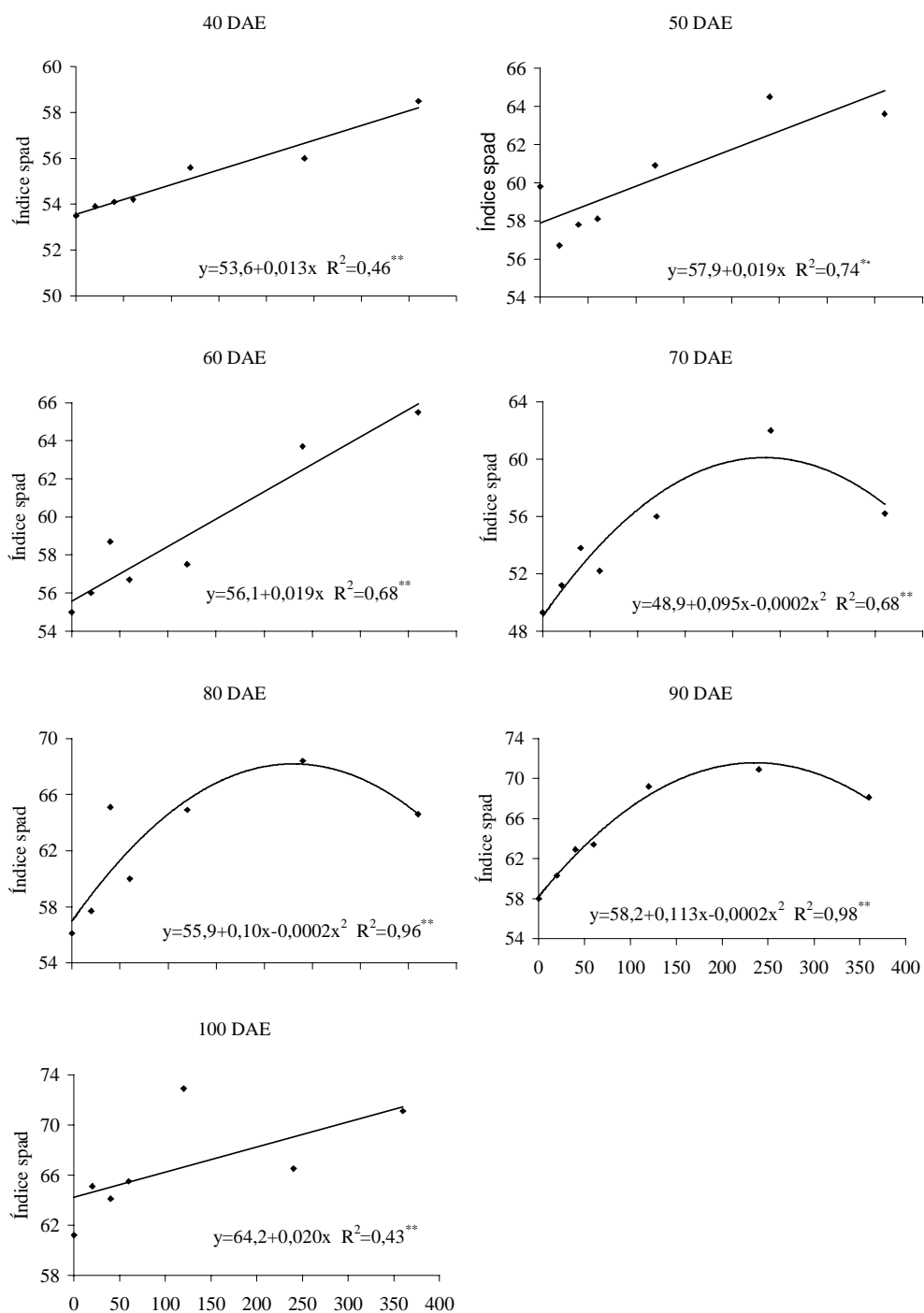


Figura 28. Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em sete épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

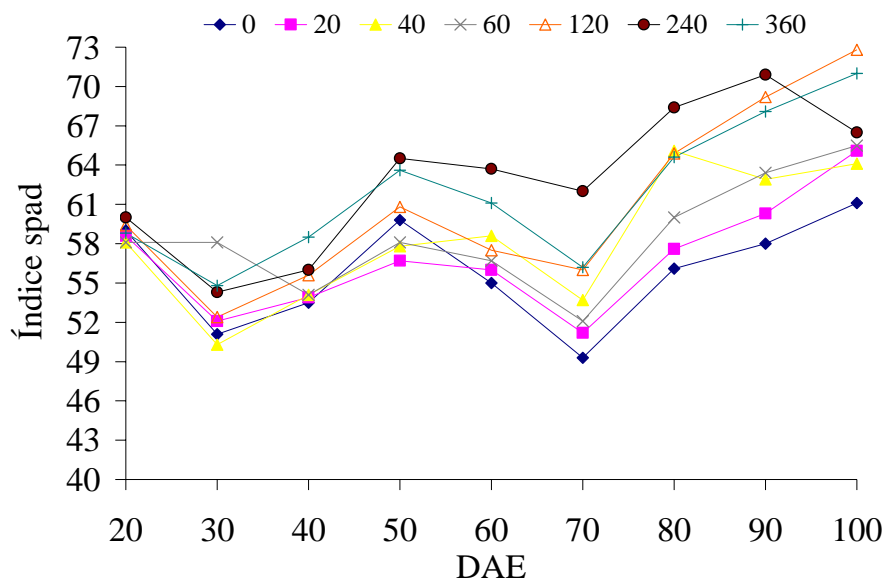


Figura 29. Teor de clorofila em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Para o teor de clorofila, houve efeito linear crescente, com os teores aumentando com o aumento das doses de nitrogênio, aos 40, 50, 60 e 100 dias após a emergência. Aos 70, 80 e 90 dias após a emergência, houve efeito quadrático, sendo que os maiores teores de clorofila foram encontrados quando se aplicou à dose de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (Figura 28).

Em relação às épocas avaliadas (Figura 29) verifica-se nítida redução de clorofila dos 30 aos 70 DAE, que pode ser atribuída a diluição desse composto, em face do maior crescimento das plantas, aliado, provavelmente, ao período de tempo ainda insuficiente para a incorporação do nitrogênio aplicado, sobretudo na segunda adubação em cobertura. Na avaliação realizada aos 80 DAE, notam-se significativos aumentos na concentração de clorofila, em especial nos tratamentos que receberam as maiores doses.

A Tabela 21 apresenta os resultados da análise de variância para os teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Observa-se que não houve interação entre doses de nitrogênio e época avaliada para nenhum nutriente. Os teores de nitrogênio, potássio e magnésio foram influenciados tanto pelas doses de nitrogênio como pela época de

avaliação, já os teores de cálcio foram influenciados apenas pelas doses de N e os teores de fósforo e enxofre não sofreram influência com a aplicação de nitrogênio, sendo influenciados somente pela época avaliada.

Tabela 21. Análise de variância para teores de macronutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.

| Causas de variação | Nutrientes |       |       |       |       |      |
|--------------------|------------|-------|-------|-------|-------|------|
|                    | N          | P     | K     | Ca    | Mg    | S    |
| Dose de N (N)      | **         | ns    | **    | *     | **    | ns   |
| Época (E)          | **         | **    | **    | ns    | **    | **   |
| Interação Nx E     | ns         | ns    | ns    | ns    | ns    | ns   |
| Bloco              | **         | **    | **    | **    | **    | **   |
| Q.M. Resíduo       | 12,59      | 0,40  | 19,40 | 1,15  | 0,16  | 1,66 |
| C.V.(%)            | 9,54       | 21,75 | 14,49 | 16,51 | 14,77 |      |

\*\* Significativo a 1%, ns – não significativo.

Em relação às doses de nitrogênio aplicadas verifica-se um efeito quadrático (Figura 30), onde as maiores concentrações deste nutriente foram encontradas com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, ressaltando que os maiores teores de clorofila também foram encontrados quando se aplicou a mesma dose.

Houve redução na concentração do nitrogênio com o avanço da época de amostragem (Figura 31). Como aconteceu no experimento 1, observou-se teores mais elevados de nitrogênio no início do período de desenvolvimento da cultura, reduzindo a concentração à medida que a planta atinge o seu estágio de maturação. Estes resultados são compatíveis com os estádios fenológicos da cultura, uma vez que, no início de desenvolvimento, em função do pequeno porte das folhas, há concentração de nitrogênio no tecido, originado principalmente das reservas contidas no bulbilho-semente e, com o desenvolvimento da cultura há translocação para outras partes da planta, sobretudo para a formação de bulbos a partir dos 60 DAE, além do natural efeito de diluição com o crescimento da planta.

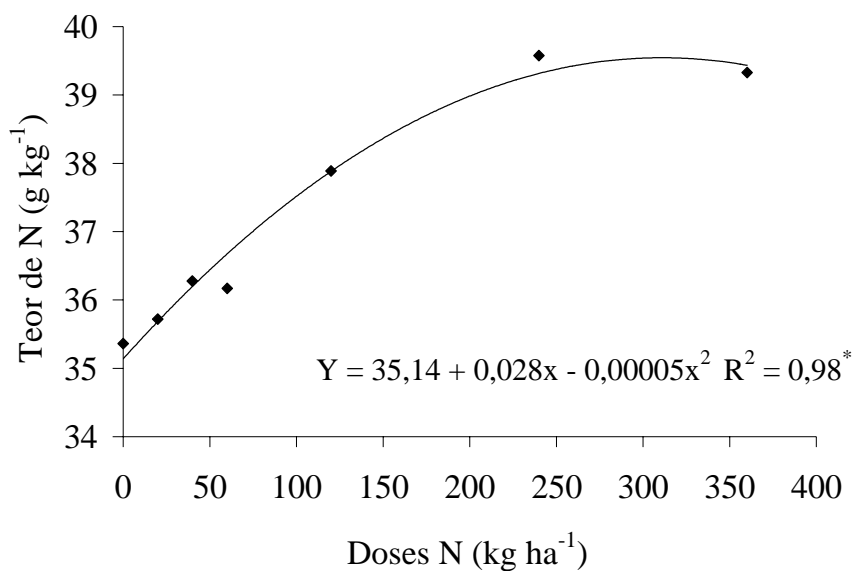


Figura 30. Teor de nitrogênio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

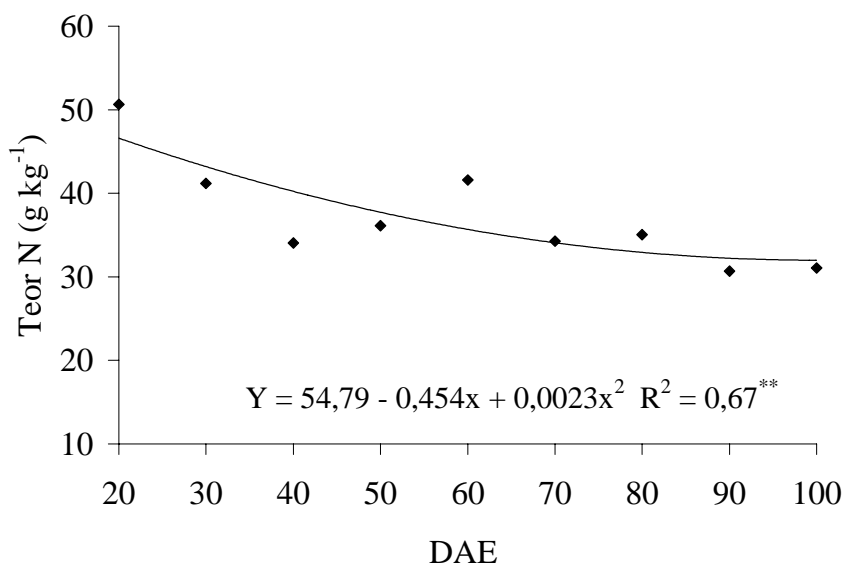


Figura 31. Teor de nitrogênio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

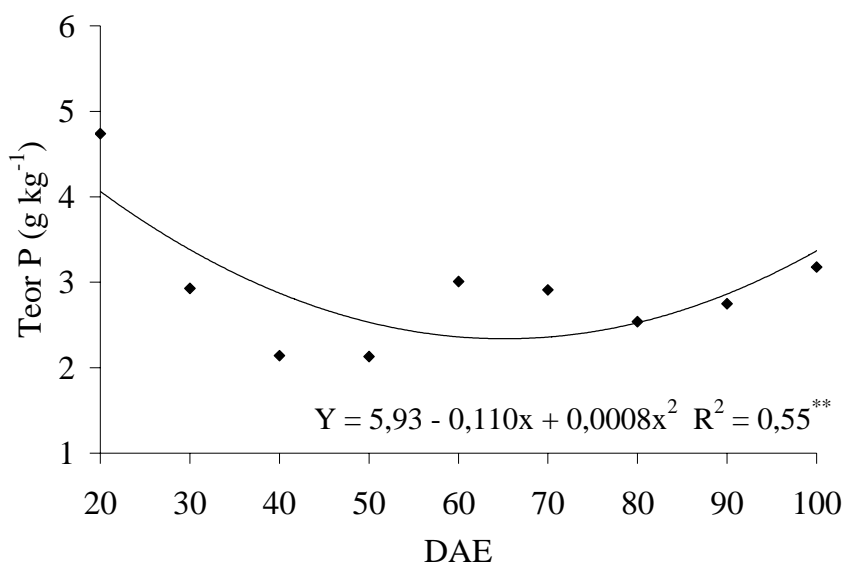


Figura 32. Teor de fósforo (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Conforme o experimento 1 o teor de fósforo na parte aérea (Tabela 21) não foi influenciado de forma consistente pelas doses de nitrogênio aplicadas, resultados semelhantes aos obtidos por Büll et al. (2002). Em função da época avaliada (Figura 32), observa-se que houve redução nos teores de P na planta até os 70 DAE, quando passou a ter um pequeno acréscimo.

Para as doses aplicadas de nitrogênio ocorreu aumento no teor de potássio (Figura 33), dados semelhantes foram encontrados por Büll et al. (2002). Através da Figura 34, verifica-se que houve nítida redução no teor de potássio com o avanço do desenvolvimento da cultura, provocado pelo efeito natural de diluição com o crescimento da planta e pela translocação do nutriente para o bulbo.

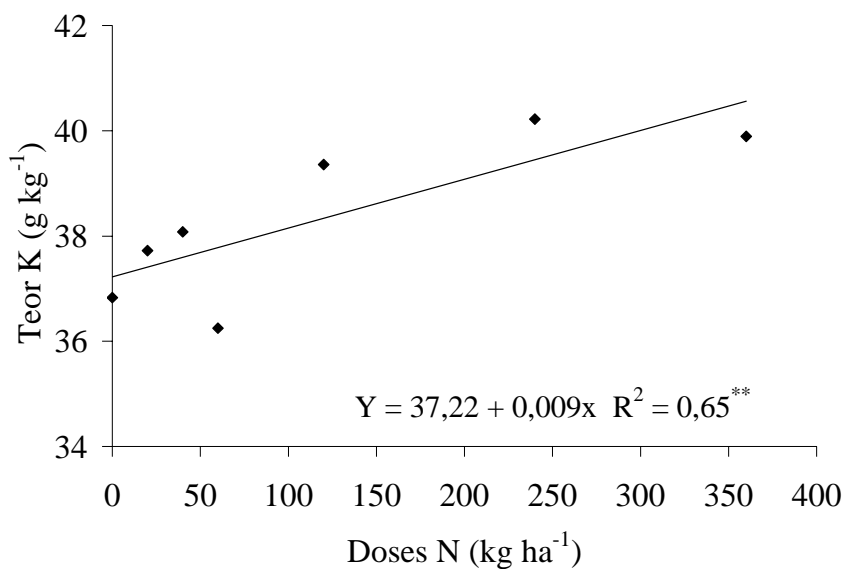


Figura 33. Teor de potássio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

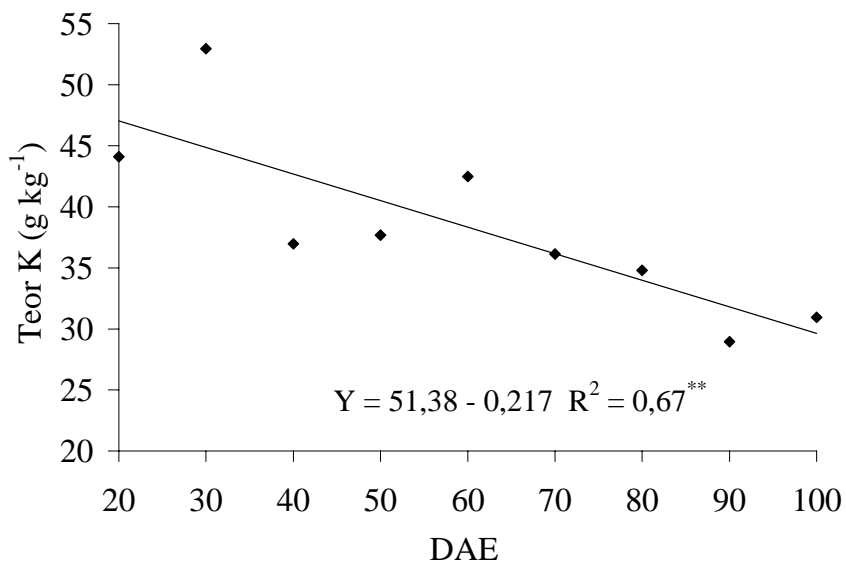


Figura 34. Teor de potássio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

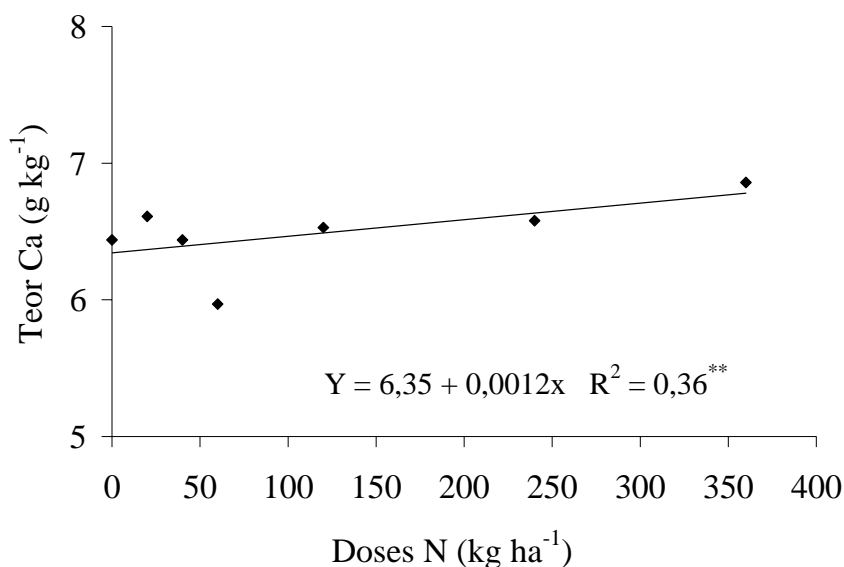


Figura 35. Teor de cálcio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

Os teores de cálcio em função das doses de nitrogênio aplicadas tiveram o mesmo comportamento do potássio, aumentando conforme o aumento das doses (Figura 35).

Os teores de magnésio em função das doses de nitrogênio se mantiveram estáveis (Figura 36). Considerando as épocas de avaliação, os teores de magnésio mostram comportamento inverso ao potássio, ou seja, há elevação no teor de magnésio com o desenvolvimento da cultura (Figuras 37).

Para os teores de enxofre em relação às épocas avaliadas (Figura 38), ocorreu efeito quadrático sendo os maiores teores encontrados no período compreendido entre os 40 e 60 DAE, vindo depois desse período ocorrer uma nítida diminuição, coincidindo com o início da diferenciação dos bulbos, quando começa haver uma translocação dos nutrientes.

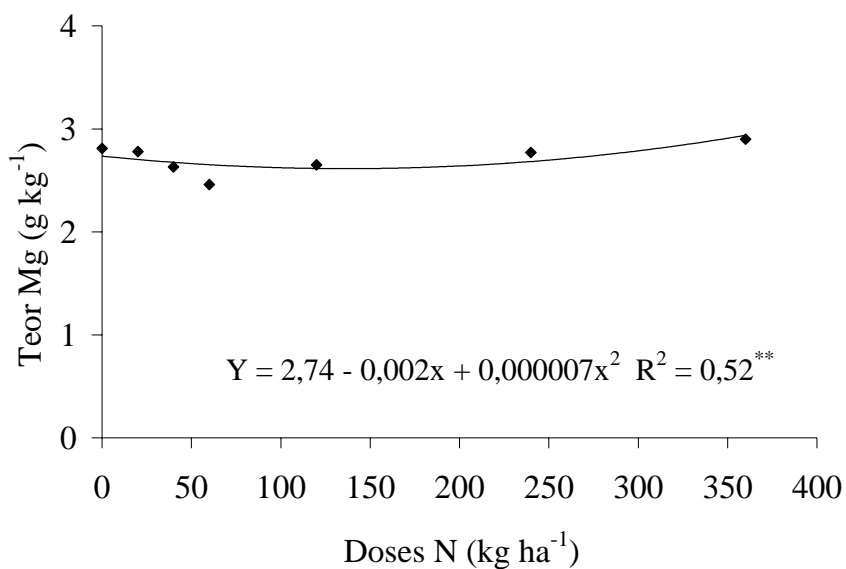


Figura 36. Teor de magnésio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

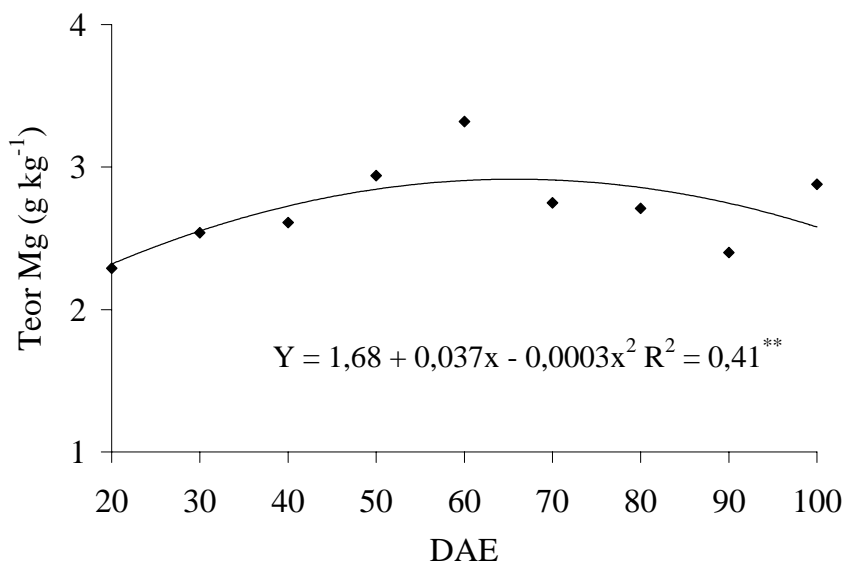


Figura 37. Teor de magnésio (g kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

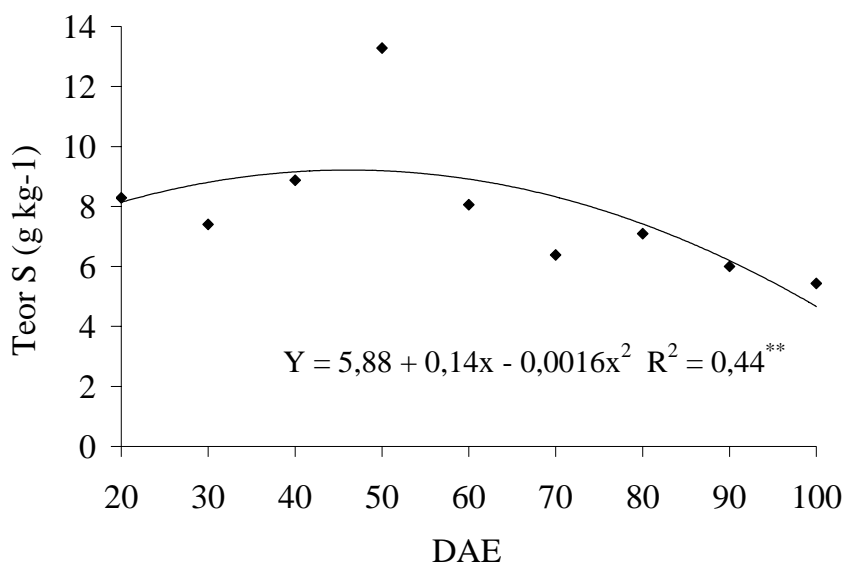


Figura 38. Teor de enxofre ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Na Tabela 22, observa-se que houve interação significativa entre as doses de nitrogênio e épocas somente para os teores de cobre analisados nas folhas de plantas de alho. Os teores de boro foram influenciados tanto pelas doses de nitrogênio como pela época de avaliação, já os teores de ferro, manganês e zinco não sofreram influência das doses, sendo os seus teores influenciados somente pela época.

Tabela 22. Análise de variância para teores de micronutrientes em folhas de plantas de alho. Botucatu, 2004.

| Causas de variação | Nutrientes |      |         |        |       |
|--------------------|------------|------|---------|--------|-------|
|                    | B          | Cu   | Fe      | Mn     | Zn    |
| Dose de N (N)      | **         | **   | ns      | ns     | ns    |
| Época (E)          | **         | **   | **      | **     | **    |
| Interação NxE      | ns         | **   | ns      | ns     | ns    |
| Bloco              | **         | **   | **      | **     | **    |
| Q.M. Resíduo       | 42,91      | 0,90 | 2411,86 | 127,07 | 13,05 |
| C.V.(%)            | 16,00      | 5,33 | 56,01   | 28,23  | 19,81 |

\*\* - Significativo a 1%, ns – não significativo

Na Figura 39 verifica-se diminuição nos teores de boro na planta com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas. Com o avanço da época de amostragem houve

discreta redução na concentração de boro, (Figura 40). Observaram-se teores mais elevados de boro no início do período de desenvolvimento da cultura, reduzindo a concentração à medida que a planta atingia o seu estágio de maturação.

As doses de nitrogênio afetaram os teores de cobre aos 30, 40, 50 e 60 DAE, (Figura 41) épocas em que a planta esta em pleno crescimento vegetativo e absorvendo muito nitrogênio, fato que pode ter levado a um menor absorção de cobre. Para todas as doses ocorreu decréscimo dos nutrientes com o decorrer natural do ciclo da planta. Na Figura 42 verifica-se uma redução da concentração de cobre com o avanço da época avaliada, ou seja, redução do teor foliar do elemento com o desenvolvimento da cultura em todas as doses de nitrogênio aplicadas.

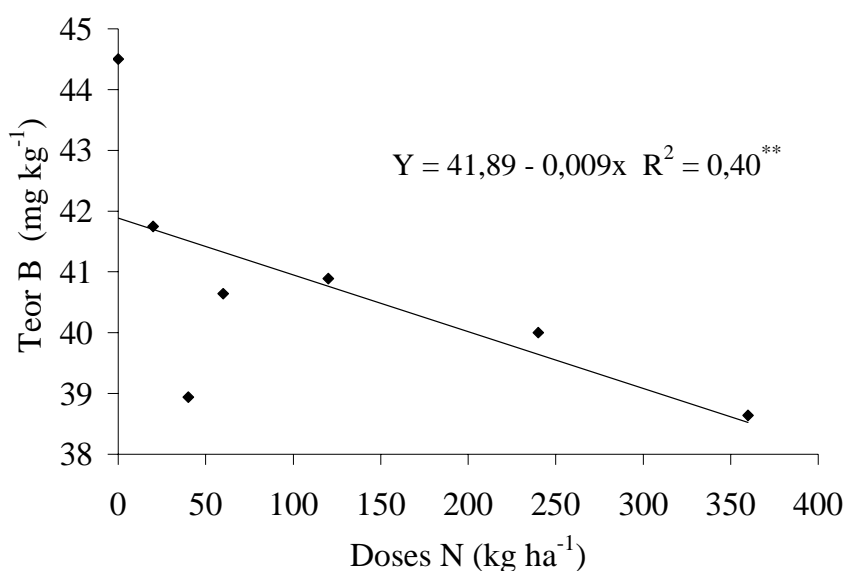


Figura 39. Teor de boro (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

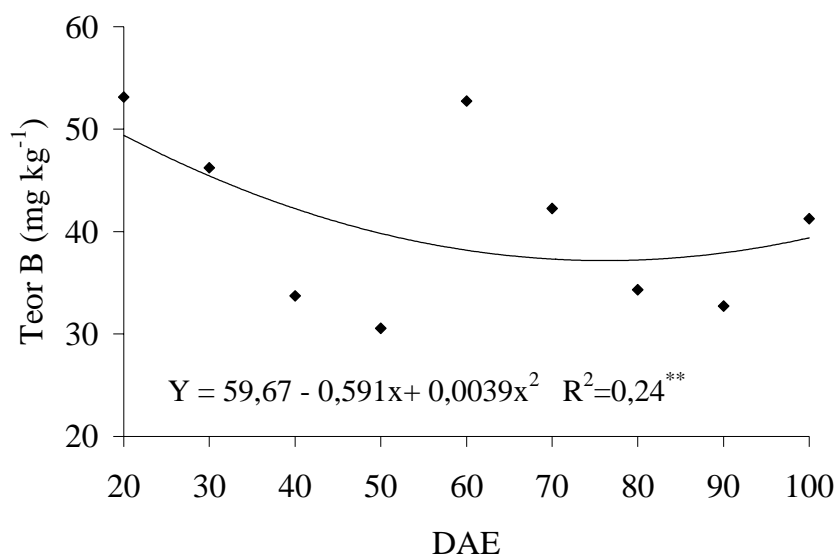


Figura 40. Teor de boro (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

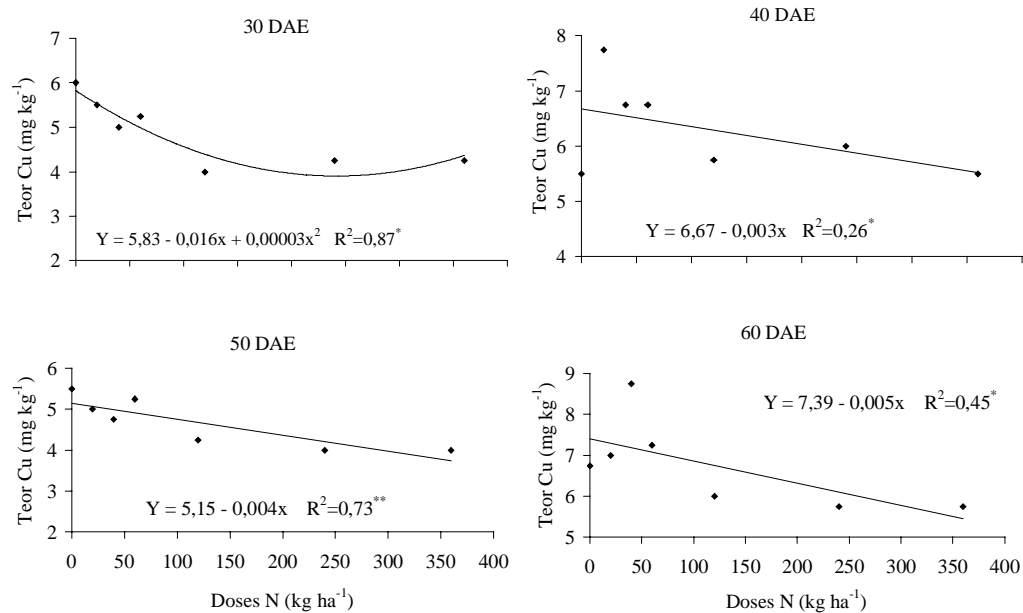


Figura 41. Teor de cobre (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em quatro épocas de avaliação (DAE), em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

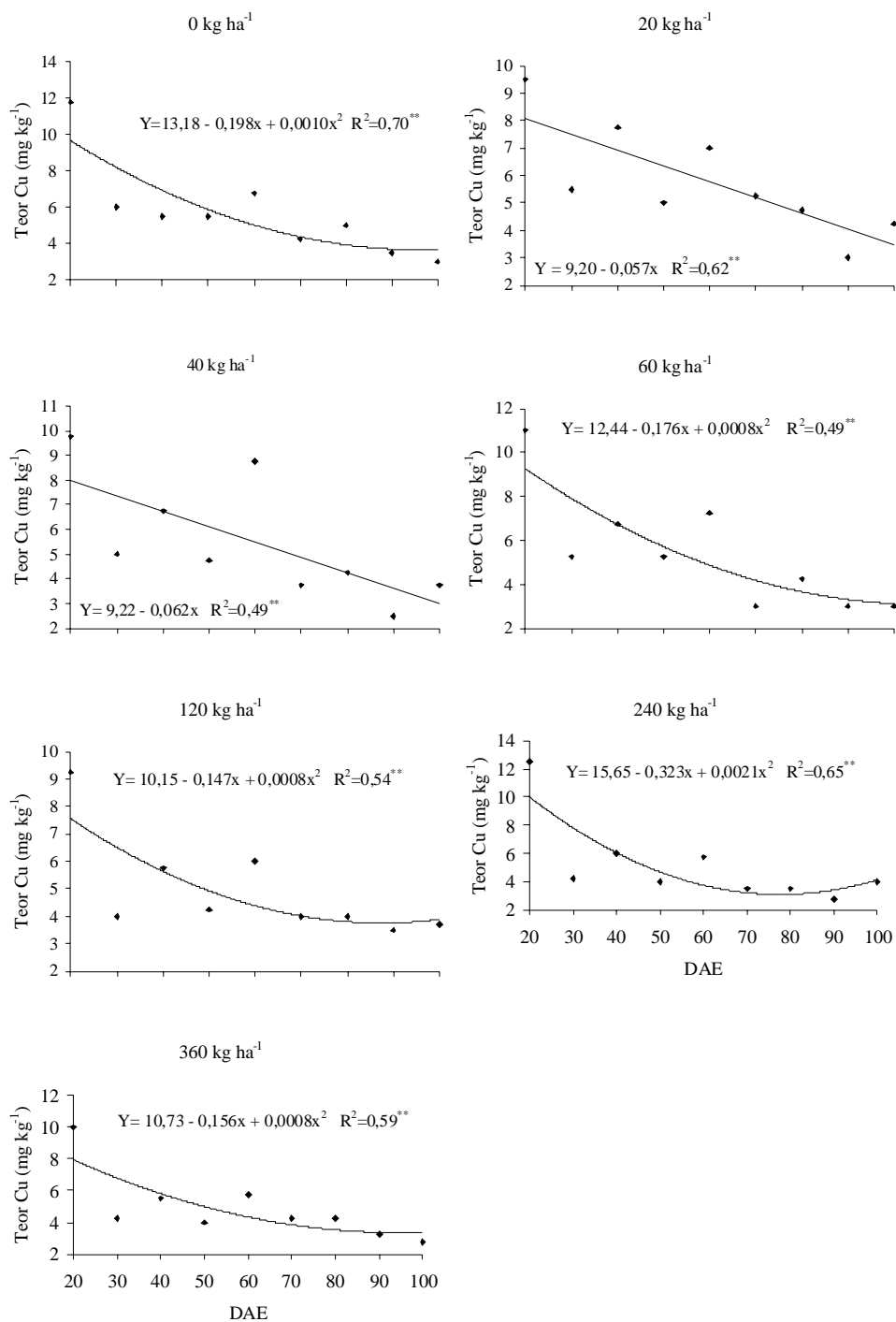


Figura 42. Teor de cobre ( $g\ kg^{-1}$ ) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio e das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

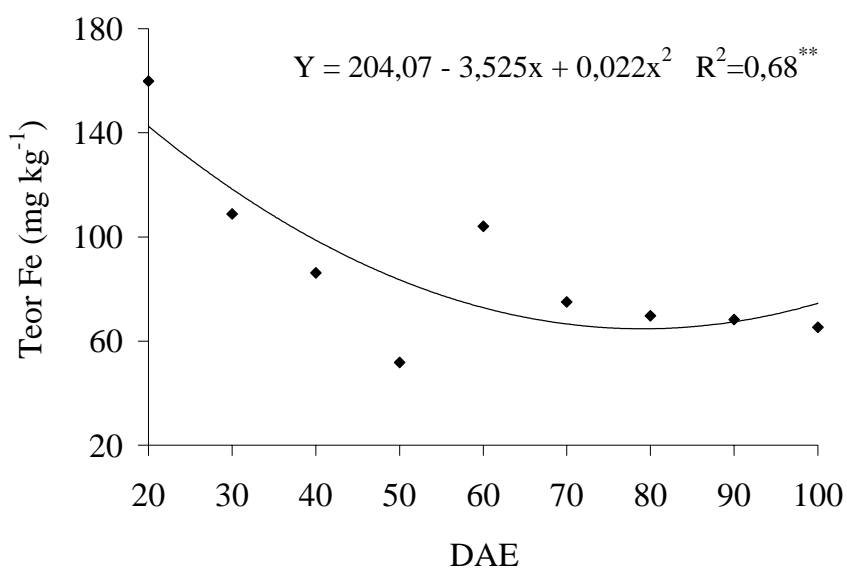


Figura 43. Teor de ferro (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

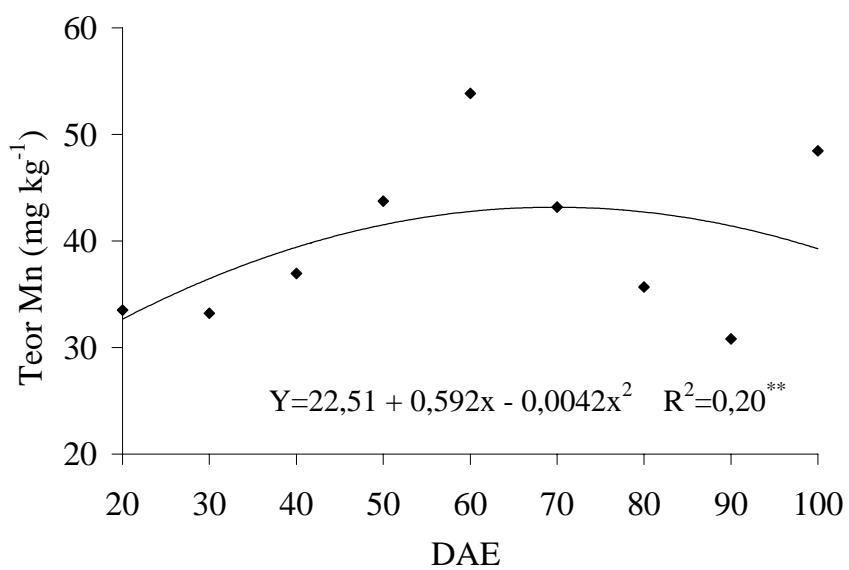


Figura 44. Teor de manganês (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

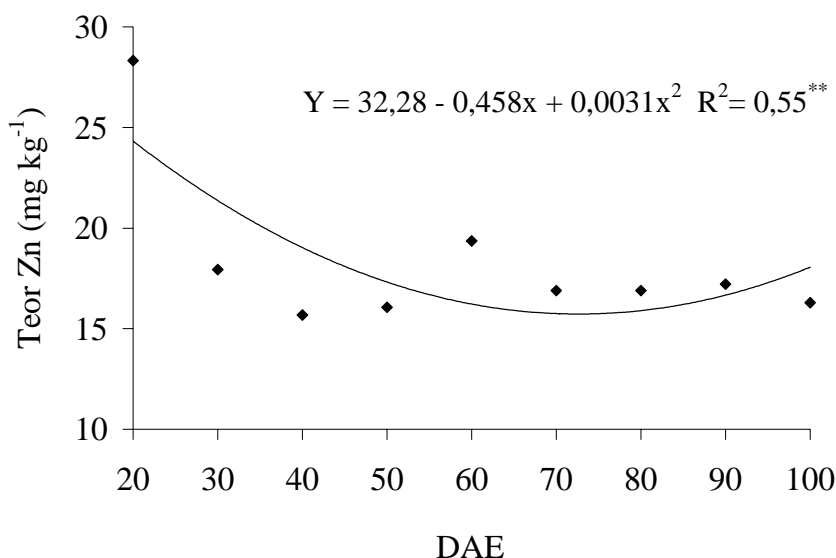


Figura 45. Teor de zinco (mg kg<sup>-1</sup>) em folhas de plantas de alho vernalizado, em função das épocas avaliadas (DAE). Botucatu, 2004.

Os teores de ferro (Figura 43) foram influenciados apenas pelas épocas de avaliação, apresentando tendência de redução na concentração deste micronutriente.

Para o manganês, verifica-se na Tabela 22, que as doses de nitrogênio, não influenciaram este micronutriente. Com o avanço da época de avaliação, verifica-se que houve um efeito quadrático, observando-se maiores concentrações de manganês dos 60 aos 80 dias após a emergência, diminuindo nas demais épocas avaliadas (Figura 44).

Quanto ao zinco, houve uma redução na concentração desse micronutriente nas folhas de alho com o avanço da época amostrada (Figura 45).

Dessa forma, as concentrações foliares dos micronutrientes boro e cobre diminuíram com a aplicação das doses de nitrogênio. Estes resultados sugerem um possível efeito antagônico do nitrogênio prejudicando a absorção de boro e cobre, para manganês e zinco não ocorreu influência. Observa-se para todos os micronutrientes avaliados, uma tendência em diminuir a concentração dos mesmos à medida que as plantas atingiram o seu estágio de maturação. Provavelmente estes nutrientes foram translocados para a diferenciação e formação dos bulbos, sendo a parte radicular considerada um forte dreno.

Verificou-se aos 30 DAE (Tabela 23) que as doses 0, 20 e 40 kg N.ha<sup>-1</sup> apresentaram valores de ISN menores que 95%, a partir dos 40 DAE a dose de 60 kg N.ha<sup>-1</sup> apresentou índice menor que 95% indicando, de acordo como os autores já citados, condições inadequadas de nutrição nitrogenada. Para as demais doses, todos os valores se situam acima de 95%, indicando suficiência no nível de nitrogênio na planta. Os dados demonstram que a partir dos 40 DAE a planta de alho começa a exigir maior quantidade de nitrogênio sendo necessário sua aplicação. Diferentemente do experimento 1 verifica-se ISN satisfatório somente quando se aplicou 120 kg N ha<sup>-1</sup>, vale ressaltar que neste experimento a maior produção foi alcançada com a dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup>, demonstrando maior exigência da adubação nitrogenada para atingir o ISN.

Tabela 23. Índice de suficiência de nitrogênio (ISN) em plantas de alho vernalizado, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

| Doses N<br>kg ha <sup>-1</sup> | Dias após a emergência |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                | 20                     | 30  | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  | 100 |
| 0                              | 100                    | 93  | 92  | 93  | 90  | 88  | 86  | 85  | 86  |
| 20                             | 99                     | 95  | 93  | 89  | 92  | 91  | 89  | 89  | 92  |
| 40                             | 98                     | 91  | 93  | 90  | 96  | 96  | 94  | 92  | 90  |
| 60                             | 98                     | 106 | 93  | 91  | 93  | 93  | 92  | 93  | 92  |
| 120                            | 101                    | 95  | 96  | 95  | 94  | 94  | 99  | 102 | 103 |
| 240                            | 102                    | 99  | 97  | 101 | 104 | 104 | 105 | 104 | 94  |
| 360                            | 100                    | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

A Tabela 24 mostra a correlação entre o teor de clorofila e o teor de nitrogênio da planta de alho, indicando que houve uma correlação significativa e positiva aos 40, 50, 70 e 80 dias após a emergência.

Tabela 24. Coeficiente de correlação entre teor de clorofila (x) e o teor de N nas folhas da planta de alho (y) em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. Botucatu, 2004.

| Épocas de avaliação | Coeficiente de Correlação |
|---------------------|---------------------------|
| 20 DAE              | ns                        |
| 30 DAE              | ns                        |
| 40 DAE              | 0,54**                    |
| 50 DAE              | 0,62**                    |
| 60 DAE              | ns                        |
| 70 DAE              | 0,67**                    |
| 80 DAE              | 0,78**                    |
| 90 DAE              | ns                        |
| 100 DAE             | ns                        |

\*\* - Significativo a 1%, ns – não significativo.

Os teores de clorofila nas folhas foram influenciados pelos tratamentos com nitrogênio apenas a partir dos 40 DAE, 20 dias após a primeira adubação em cobertura, indicando que a planta necessita de um certo tempo para transformar o N aplicado em clorofila. A melhor correlação do teor de clorofila com o teor de N foliar ocorreu aos 70 e 80 dias após a emergência, 20 e 30 dias após a segunda adubação em cobertura (Figura 46).

Como ocorreu no experimento 1 não houve correlação aos 30 e 60 DAE, (10 dias após a primeira adubação nitrogenada e 10 dias após a segunda adubação), podendo também estar relacionado ao fato do período de tempo ser insuficiente para a incorporação do nitrogênio aplicado.

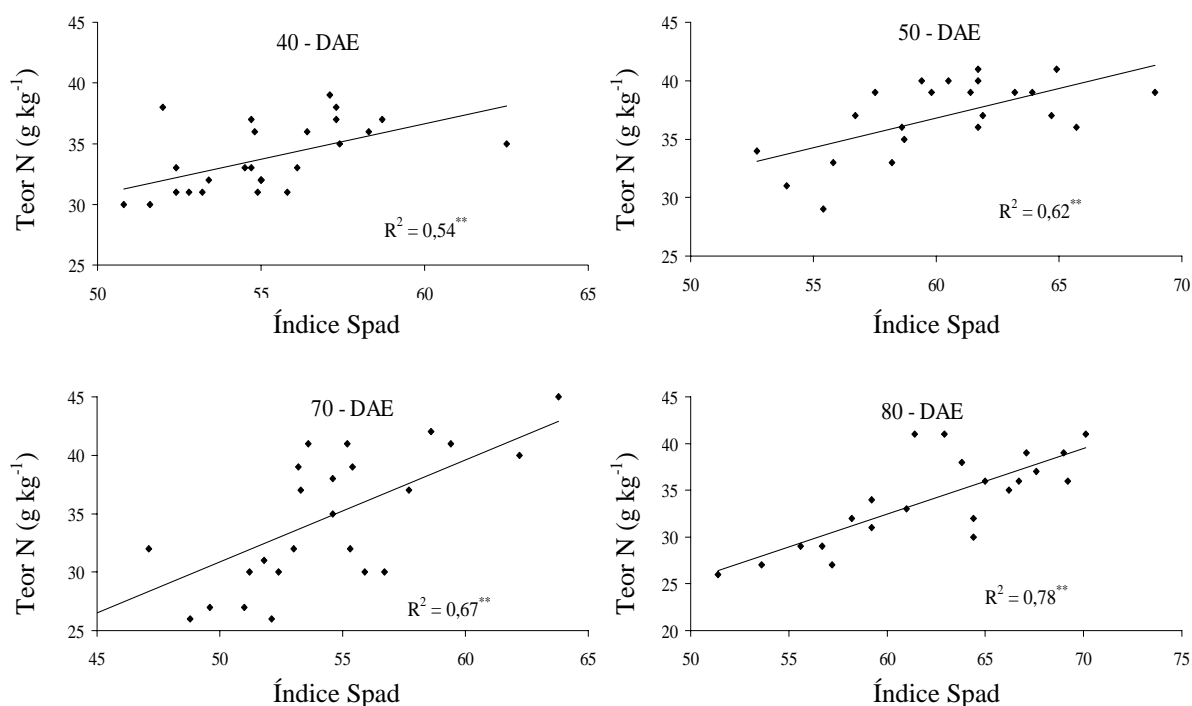


Figura 46. Relação entre o teor de clorofila e o teor de N nas folhas de plantas de alho em quatro épocas de avaliação (DAE). Botucatu, 2004.

Um dos objetivos deste trabalho, relacionar níveis de adubação nitrogenada com o pseudoperfilhamento, conforme já observado por vários autores (Alvarenga e Santos, 1982; Moon e Lee, 1986; Moraes e Leal, 1986; Izioka 1990), não foi possível analisar, uma vez que nenhum dos tratamentos apresentou plantas com essa anomalia, o que pode estar relacionado ao desenvolvimento abaixo do normalmente observado, como anteriormente discutido. Conforme relatado por Büll et al. (1998), o cultivar utilizado no presente trabalho, classificado como “alho nobre” por ter adaptação climática forçada através de vernalização para plantio em regiões menos frias do que as de origem sofrem forte

influência das variações climáticas, alterando expressivamente o desenvolvimento e incorrendo em respostas diferentes de ano para ano.

A Tabela 25 apresenta os resultados da análise de variância para o peso médio de bulbo, produção total, e índice de formato de bulbos de alho.

Tabela 25. Análise de variância para peso médio de bulbo, produção total e índice de formato. Botucatu, 2004.

| Fonte de variação | Peso médio bulbo | Produção total | Índice de Formato |
|-------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Doses             | *                | *              | *                 |
| Bloco             | **               | **             | **                |
| Q.M. Resíduo      | 24,79            | 1481669,06     | 0,00064           |
| C.V. (%)          | 25,82            | 25,82          | 3,45              |

\*\* - Significativo a 1%, \* - Significativo a 5%.

O peso médio de bulbo sofreu influencia das doses ocorrendo efeito quadrático (Tabela 25 e Figura 47), onde o maior peso médio de bulbo (22,41 g) foi alcançada com a dose de 147,5 kg N ha<sup>-1</sup>. Resende et al.(2001) obtiveram um aumento de peso médio de bulbo com a maior dose de N aplicada (120 kg ha<sup>-1</sup>). Souza e Casali (1991) utilizando o cv.Júreia alcançaram peso médio de bulbo entorno de 30 gramas.

Ao contrário que aconteceu no experimento 1, a produção total de bulbos foi influenciada pelas doses de nitrogênio (Tabela 25). Resultados semelhantes foram encontrados por Alvarenga e Santos (1982); Moraes e Leal (1986); Izioka (1990); Resende et al. (2001), Büll et al. (2002), e Souza e Casali (1991). Porém, Seno et al.(1990), Costa et al. (1993) e Nakagawa et al. (1990) não verificaram diferença com aplicação de doses de nitrogênio.

Para a produção de bulbos houve efeito quadrático, obtendo-se a maior produção (5,5 t ha<sup>-1</sup>), com a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (Figura 48). Essa produção é considerada relativamente baixa quando comparada ao experimento 1, onde a produção máxima atingida foi 9,9 t ha<sup>-1</sup>. Essa diferença de produtividade está relacionada com as diferentes condições de condução dos experimentos, com maior influência da temperatura, que acelerou o processo de diferenciação do bulbo quando o mesmo se encontrava com um baixo desenvolvimento vegetativo, provocando queda de produção. Souza e Casali (1991), Garcia et

al. (1994), Ferrari e Churata-Masca (1975), Krarup e Trobok (1975) obtiveram aumento linear com doses crescentes de nitrogênio. Marouelli et al. (2002) obtiveram a máxima produção de bulbos com a dose de 64 kg N ha<sup>-1</sup>. Silva et al. (2000) obtiveram resposta positiva até a dose de 85 kg N ha<sup>-1</sup>, alcançando uma produtividade máxima de 11,95 t ha<sup>-1</sup> para o cv. Gravatá, proveniente da cultura de meristemas. Ferrari e Churata-Masca (1975), verificaram que a produção de bulbos aumentou significativamente com aplicação de 75 kg N ha<sup>-1</sup>.

O índice de formato, parâmetro associado à qualidade de bulbos produzidos, não foi influenciado pelas doses de nitrogênio, o valor médio obtido no experimento, é igual a 0,73, indicando bulbos com formato mais achatado, com melhor aspecto visual e comercialmente mais desejável (Tabela 25 e 26).

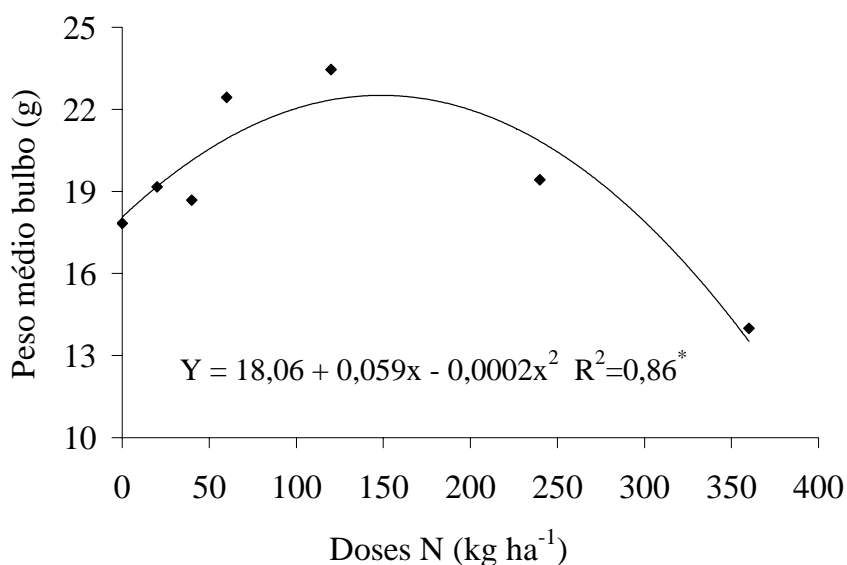


Figura 47. Peso médio de bulbo de alho em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

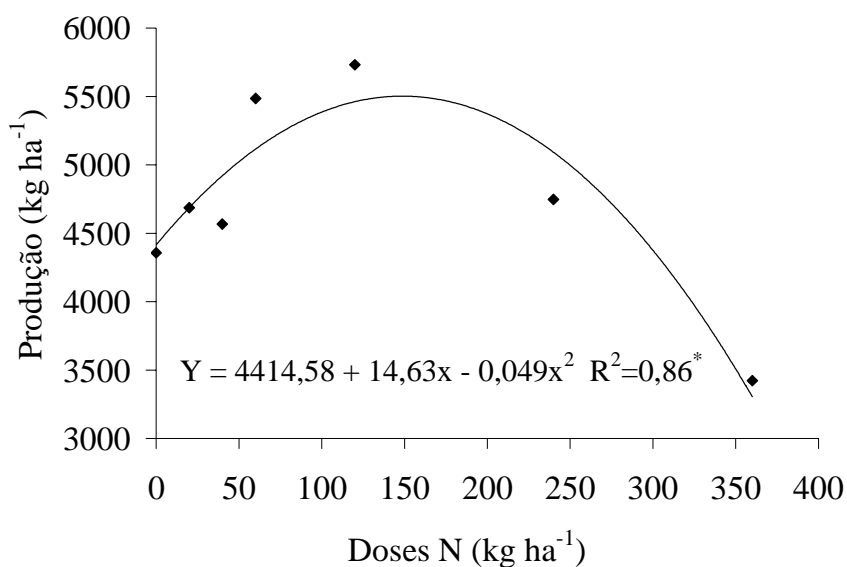


Figura 48. Produção total de bulbos de alho em kg ha<sup>-1</sup> em função de doses de nitrogênio. Botucatu, 2004.

Tabela 26. Valores de índice de formato de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio aplicadas. Botucatu, 2004.

| Doses N (kg ha <sup>-1</sup> ) | Índice de Formato |
|--------------------------------|-------------------|
| 0                              | 0,74              |
| 20                             | 0,72              |
| 40                             | 0,74              |
| 60                             | 0,73              |
| 120                            | 0,72              |
| 240                            | 0,73              |
| 360                            | 0,73              |

Neste experimento também não houve diferença significativa para doses dentro de cada peneira (Tabela 27) notando-se um elevado coeficiente de variação. Diferentemente do experimento anterior nota-se pela classificação de peneiras que os bulbos

foram menores ficando na sua maioria concentrados nas peneiras 3 e 4 (Figura 49). Os bulbos menores possuem menor valor comercial e promovem menor produção total, diminuindo o rendimento do produtor. Vale a pena ressaltar que a produtividade total desse experimento foi nitidamente inferior ao experimento realizado no campo.

Tabela 27. Análise de variância para classificação de peneiras. Botucatu, 2004.

| Fonte de variação | Pen.2  | Pen.3  | Pen.4  | Pen.5  | Pen.6  | Pen. 7 | Pen.8 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Doses             | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | x     |
| Bloco             | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | ns     | x     |
| Q.M.              | 0,0107 | 0,1684 | 0,1339 | 0,0821 | 0,1119 | 0,0109 | 0     |
| Resíduo           |        |        |        |        |        |        |       |
| C.V. (%)          | 341,50 | 93,45  | 54,55  | 88,50  | 134,64 | 308,79 | 0     |

ns – não significativo x - sem nenhuma ocorrência nessa peneira

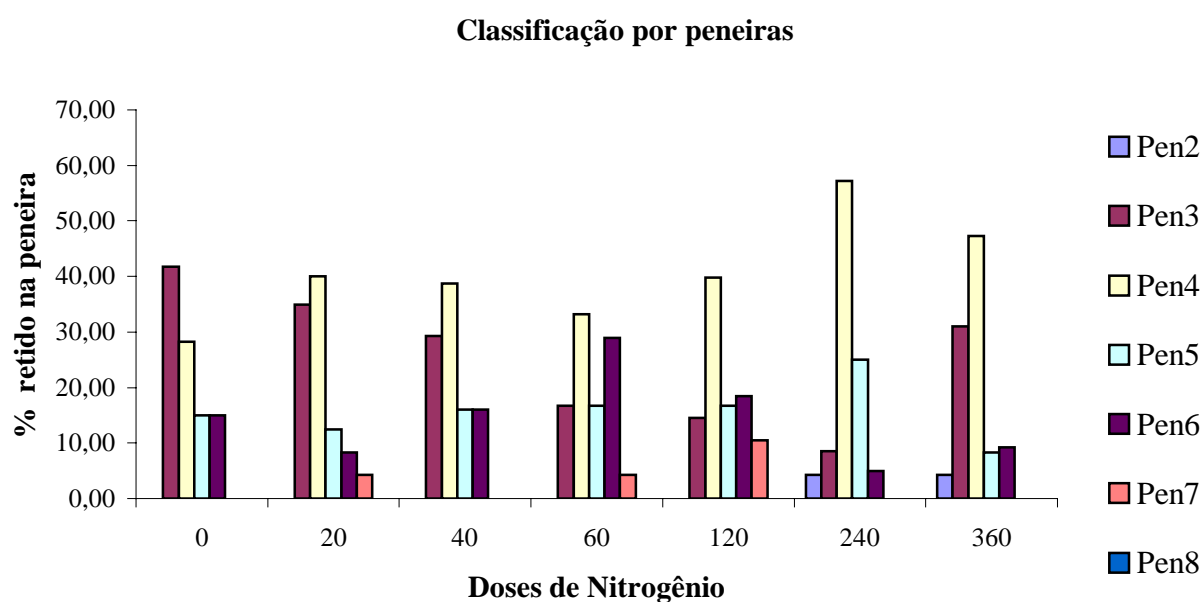


Figura 49. Classificação dos bulbos de acordo com a Circular nº 50/81 da Comissão Técnica de Normas e Padrões do Ministério da Agricultura. Botucatu, 2004.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As maiores alturas foram encontradas sem aplicação de nitrogênio no experimento realizado no campo e não foi influenciado na casa de vegetação.

A concentração de nitrogênio na parte aérea das plantas de alho e as leituras obtidas pelo clorofilômetro aumentaram com as doses de nitrogênio para ambos os experimentos.

As plantas conduzidas na casa de vegetação não produziram bulbos pseudoperfilhados, ao contrario das de campo, que com o aumento das doses de nitrogênio tiveram um aumento de bulbos pseudoperfilhados.

No experimento conduzido na casa de vegetação as doses de nitrogênio influenciaram a produção, onde a produtividade máxima obtida foi alcançada com a dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup>.

O índice de suficiência de nitrogênio satisfatório foi alcançado com a dose de 60 kg N ha<sup>-1</sup> para o experimento de campo e 120 kg N ha<sup>-1</sup>, para a casa de vegetação.

A maior porcentagem de bulbos ficou concentrado nas peneiras 3 e 4 no experimento em ambiente protegido e nas peneiras 7 e 8 no de campo.

## **8 CONCLUSÃO**

Ocorreu correlação entre o teor de clorofila e teor de nitrogênio na parte aérea das plantas em ambos os experimentos, sendo assim possível predizer a necessidade de adubação nitrogenada.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; RAIJ, B.; BATAGLIA, O. C.; ANDRADE, J. C. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-AES determination. **Plant Production Science**, v.1, n.2, p.96-103, 1998.

ADAMS, p.; WINSOR, G. W.; DONALD, J. D. The effect of N, K and subirrigation on the yield, quality and composition of single triess tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, Cambridge, v. 48, p. 123 – 133, 1973.

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 467p.

ALVARENGA, M.A.R e SANTOS, M.L.B. Efeito de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de alho (*Allium sativum*, L.). In. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, Vitória, 1982. **Resumos**, Vitória, Sociedade de Olericultura do Brasil, 1982. p. 304.

ALVES, G. D. **Mineralização de nitrogênio e carbono em vinte solos de Pernambuco e absorção de nitrogênio pelo sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)**. Recife, 1989. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.

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.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E. & TEICHMANN. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n.27, p.109-119, 2003.

BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S., Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications Soil Science Plant Analysis**, v. 25, p. 1791-800, 1994.

BLANK, A.F.; PEREIRA, A.J.; SOUZA, R.J; ARRIGONI-BLANK, M.F. Competição de cultivares de alho não vernalizado visando à maior produção quantitativa e qualitativa para a Região de Lavras (MG). **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 22, n.5, p. 5-12. 1998.

BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedade do solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 594p.

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

BÜLL, L.T.; BERTANI, R.M.A.; VILLAS BÔAS, R.L. & FERNÁNDEZ, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudo perfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, Campinas, v.61,n.3, p. 247 – 255, 2002.

BULLOCK, D.G.; ANDERSON, D.S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n.4, p.741-55, 1998.

BURBA, J. L., ALEMANY, J., CID, M. V., AZEVEDO, R. A. B. de. Anormalidades morfológicas en la bulbificación de ajo (*Allium sativum* L.). **Revista de ciências agropecuárias**, Córdoba, v. 5, p. 45 – 55. 1996.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94 p. (Boletim técnico, 106)

CARRIJO, O. A., OLITTA, A. F. L., MINAMI, K., MENEZES SOBRINHO, J. A. de. Efeito de diferentes quantidades de água sobre a produção de duas cultivares de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 5, p. 783 – 790, 1982.

CARVALHO, L.G.; SILVA, A.M.; SOUZA, R.J.; CARVALHO, J.G.; ABREU, A.R. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Gigante de Lavínia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n.2, p. 245-248, 1996.

CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B. & BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n.27, p. 445-50, 2003.

CHAPMAN, S.C., BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, v.89, p. 556 – 562. 1997.

CLAY, D. E., CLAPP, C.E., DOWDY, R.H., MOLINA, J.A.E. Mineralization of nitrogen in fertilizer-acidified lime-amended soils. **Biology Fertility Soils**, n.15, p. 249-52, 1990.

COLAÇO, W. Desnitrificação em três solos da Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.8, p. 17-23, 1984.

COLAÇO, W. **Transformações do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera, sob condições de laboratório e casa de vegetação com ênfase à denitrificação.** Piracicaba, 1988. 377p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

COSTA, T. M. P. da. **Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Juréia.** Lavras: ESAL, 1992. 80 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia). 1992

COSTA, T.M.P.; SOUZA, J.R.; SILVA, A. M. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho ( *Allium sativum* L.) cv. Juréia. **Ciência e Prática**, Lavras, v.7, n. 3, p. 239-246, 1993.

DWYER, L.M.; TOLLENAAR, M.; BAGNULO, C. A non-destructive method to monitor leaf greenness in corr. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 71, p. 505-9, 1991

DYNIA, J.F., CAMARGO, O.A. Retenção de nitrato num solo de carga variável, influenciada por adubação fosfatada e calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, v.34, n.1, p. 141-144, 1999.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PEQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa **Sistema Brasileiro de classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informações, 1999. 412p.

FASSBENDER, H.W. **Química de solos:** com ênfase en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica: IICA, 1975. 398 p.

FERRARI, V. A. e CHURATA-MASCA, M. G. C. Efeitos de níveis crescentes de nitrogênio e de bórax na produção do alho (*Allium sativum* L). **Científica**, Jaboticabal, n. 3, p. 254 – 262, 1975.

FOLLET, R.H.; FOLLET, R.F.; HALVORSON, A.D. Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.23, p. 687-97, 1992.

FURLANI, E.J.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L.J.; MOREIRA, J.A.M.; GRASSI .H.F. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.1, p.171-175 ,1996.

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.

GARCIA, A. **Superbrotamento do alho**. Pelotas: EMBRAPA/UEPAE/CAS – CATA, 1980. 3 p. (Comunicado Técnico, 9).

GODOY, L. J. G. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.) em solo arenoso baseado no índice relativo de clorofila**. Botucatu, 2002, 94p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2002.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L.; BÜLL, L.T. Utilização de medida de clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n.27 p.1049-1056, 2003.

HARTZ, T.K.; LESTRANGE, M.; MAY, D.M. Nitrogen requirements of drip.irrigated peppers. **Hortscience**, v.28, p.1097-1099, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Tabela 1612 – Quantidade produzida, Valor de produção, Área plantada e Área colhida da lavoura temporária.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612> em 15 de junho de 2003.

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.** Botucatu, 1990, 94p. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1990.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil – I. Fumigation with chloroform. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8. p. 167-177, 1976.

JONES, H.A.; MANN, L.K. Garlic. In: **Onions and their allies.** London: Leonard Hill Books, 1963. cap. 18, p.210-229.

JUNQUEIRA, R. M. D., TAKIGONE, H. C., GARBULHA NETO, E. Comparativo entre 4 diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura na cultura do alho (*Allium sativum* L.) na região de Pouso Alegre – MG. **Ensaios e pesquisa.: batata, cebola e alho**, v. 2, p. 300 – 303, 1988.

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. **Ensaios e pesquisa.: batata, cebola e alho**, v. 2, p. 304 – 308, 1988.

KLAR, A.E., SCALOPI, E.J., VASCONCELLOS, E.F.C. Potenciais de umidade do solo e nitrogênio em cobertura afetando uma cultura de alho (*Allium sativum* L.) cv. Lavínia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.20, n.11, p.1045-1049, 1972.

KRARUP, J. C. e TROBOK, V. S. Efectos de sistema de plantacion calidad del bulbo y aprovechamiento de la fertilizacion nitrogenada en ajo. **Fitotecnia Latinoamericana**, Venezuela, v. 11, n. 1, p. 39 – 42, 1975.

LIPINSKI, V.; GAVIOLA DE HERAS, S.; FILIPPINI, M.F. Effect of irrigation, nitrogen fertilization and clove size on yield and quality of coloured garlic (*Allium sativum* L.). **Ciencia del Suelo**, v. 13, n. 2, p. 80-84, 1995.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

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

MAKSOUUD, M.A.; FODA, S. & TAHA, E. M. Effect of different fertilizer on quality and yield of garlic. Egypt. **Journal of Horticultural Science**, v.11, p. 51-58. 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2ed. Piracicaba: POTAFOS (Associação brasileira de pesquisa da potassa e do fosfato), 1997. 317p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; CARRIJO, O.A.; SILVA, H.R. Produção e qualidade de alho sob regimes de água no solo e doses de nitrogênio. . **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.2, p. 191-195, 2002.

MARQUARD, R.D., TIPTON, J.L. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. **Hortscience**, v.22, p.1327. 1987.

MENEZES SOBRINHO, J.A. . **Cultivo do alho (*Allium sativum* L.)**, Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1984. (Instruções técnicas, 2).

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

MINOTTI, P.L, HALSETH, D.E., SIECZKA, J.B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **Hortscience**, v.29, n.12, p. 1497-1500, 1994.

MOON, W. & LEE, B.Y. **Studies on factors affecting decondary growth in garlic (*Allium sativum*, L)**. I. Investigation on environmental factors and degree of secondary growth. Hortic Abst, 56. 1986.

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

MORAES, E. & 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, p.61, 1986. (Resumo).

MURDOCK, L.; JONES, S.; BOWLEY, C.; NEEDHAM, P.; JAMES, J.; HOWE, P. Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendations on wheat. Kentucky, **Kentucky Cooperative Extension Service**, 1997. 4p.

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

NOGUEIRA, I.C.C. **Efeitos do parcelamento da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas, fisiológicas e produção de alho (*Allium sativum* L.) cultivar Juréia**. Lavras: .(Tese mestrado).ESAL, 64 p.1970.

PENG, S., GARCIA, F.V., LAZA, R.C., CASSMAN, K.G. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, v.85, p. 987-990. 1993.

PENG, S., GARCIA, F.V., LAZA, R.C., SANICO, A.L., VISPERAS, R.M., CASSMAN, K.G. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. **Field Crops Research**, v.47, p. 243-252, 1995.

PETERSON, T.A., BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S. **Using a chlorophyll meter to improve N management. Nebguide.** Lincoln, University of Nebraska, Cooperative Extension, Institute of Agricultural and Natural Resources, 1993, 5p. Disponível: <http://ianrwww.unl.edu/pubs/soil/g11/1.htm>

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress requirements for maize. **Agronomy Journal**, v.84, p. 59-65, 1992.

RAIJ, B. van & QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade.** Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

RESENDE, G.M. **Influência do nitrogênio e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.) "Quitéria".** Lavras: ( Tese mestrado) ESAL, 107 p. 1992.

RESENDE, F.V.; FAQUIN, V & SOUZA, R.J. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento e na produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa (MG), v. 24, n.1, 2000.

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.

SÁ, J.C.M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema de plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.

SADARIA, S.G.; MALAVIA, D.D.; KHANPARA, V.D.; DUDHATRA, M.G.; VYAS, M.N.; MATHUKIA, R.K. Irrigation and nutrient requirement of garlic (*Allium sativum* L.) under south Saurashtra region of Gujarat. **Indian Journal Agricultural Sciences**, V. 67, n. 9, p. 402-403, 1997.

SANTOS, M. de L. B dos. **Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de alho (*Allium sativum* L.)**. Lavras: ESAL, 1980. 74 p. (Tese – Mestrado em Fitotecnia).

SCHEPERS, J.S.; FRANCIS, D.D.; VIGIL, M.; BELOW, F.E. Comparison of correlation. leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter reading. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.23, p. 2173-87, 1992

SENO, S.; FERNANDES, F. M.; SASAKI, J. L. S. Influência da quantidade e época de aplicação de nitrogênio na cultura do alho cv. “Roxo Pérola de Caçador”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 66, 1990 (Resumo).

SHIMOYA, C. Anatomia do bulbo de alho (*Allium sativum* L.) durante o ciclo evolutivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 17, n.92, p.102-118, abr./jun. 1970.

SILVA, C.A., VALE, F.R., GUILHERME, L.R.G. Efeito da calagem na mineralização do nitrogênio em solos de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n.18, p. 471-476, 1994.

SILVA, N. da, OLIVEIRA, G. D. de, VASCONCELOS, E. F. C., HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XI. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 7 – 17, 1970.

SILVA, O. G. **Efeitos de épocas de suspensão da irrigação e de três níveis de nitrogênio na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**, Botucatu, 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, UNESP, Botucatu, 1991.

SILVA, E. C.; MACHADO, A. S. da; SOUZA, R. J. de; 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 Agrotecnologia**., Lavras, v. 24, n. 4, p. 917 – 923, out./dez., 2000.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada na cultivar de feijão Jalo Precoce. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002 , Viçosa. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV, 2002a. p.788-790.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada na cultivar de feijão Pérola. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002 , Viçosa. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV, 2002b. p.791-793.

SOTOMAYOR, R.I. Efecto de la fertilization nitrogenada y densidad de plantas en la productions de ajos. **Agricultura Técnica**, v. 4, n.35, p.175-178, 1975.

SOUZA, R.J. **Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.)** (Tese doutorado).. Viçosa: UFC,. 143 p. 1990.

SOUZA, R. J. de, CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento – uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n.142, p. 36 – 40, out. 1986.

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

STONE, L.F.; SILVA, G.M.; MOREIRA, J.A.A. Uso do clorofilômetro SPAD-502 na estimativa do nitrogênio foliar específico e da produtividade do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos Expandidos...** Viçosa: UFV, 2002. p.743-746.

TISDALE, S.L., NELSON, W.L., BEATON, J. D., HAULIN, J.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5. ed. New York: Macmillan, 1993. p. 120-72.

TRANI, P.E. & RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, Campinas, Instituto Agrônomo, 1996. p. consultadas. (Boletim técnico, 100).

TURNER, F.T.; JUND, M.F. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. **Agronomy Journal**. V.83, p. 926-928, 1991.

VASCONCELOS, E. F. C.; SCALOPI, E. J.; KLAR, A. E. A influência da irrigação e adubação nitrogenada na precocidade e superbrotamento da cultura do alho (*Allium sativum* L.). **O Solo**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 15–19, nov. 1971.

WOOD, C.W.; REEVES, D.W.; DUFFIELD, R.R.; EDMISTEN, K.L. Field chlorophyll meter measurements for evaluation of correlation. Nitrogen status. **Journal of Plant Nutrition**, v. 15, n.4, p. 487-500, 1992.

YADAVA, V.L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **Hortscience**, v. 21, n. 6, p. 146-50, 1986.