

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

**DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DE
GIRASSOL ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* L.) DE VASO.**

CAMILA DE LIMA BRAGA

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

BOTUCATU-SP
Julho – 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

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

**DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DE
GIRASSOL ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* L.) DE VASO.**

CAMILA DE LIMA BRAGA

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

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

BOTUCATU - SP
Julho – 2009

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

B813d Braga, Camila de Lima, 1982-
Doses de nitrogênio no desenvolvimento de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) de vaso / Camila de Lima Braga. - Botucatu : [s.n.], 2009.
xix, 92 f. : il., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Fernandes, Dirceu Maximino
Inclui bibliografia.

1. Girassol ornamental. 2. Floricultura. 3. Adubação. 4. Nitrato de amônio. 5. Qualidade na comercialização. I. Fernandes, Dirceu Maximino. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DE GIRASSOL
ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* L.) DE VASO”.

ALUNA: CAMILA DE LIMA BRAGA

ORIENTADOR: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

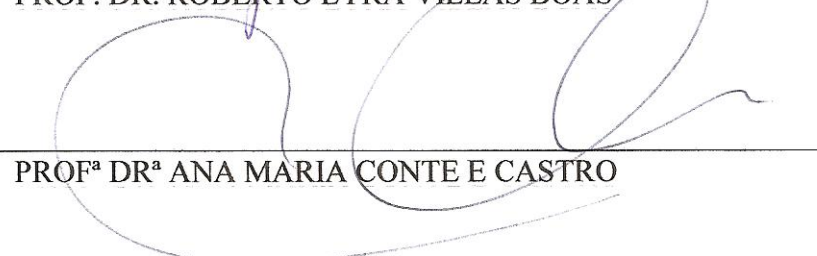
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS



PROFª DRª ANA MARIA CONTE E CASTRO

Data da Realização: 31 de agosto de 2009.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Maria Aparecida de Lima Braga e Carlos Batista Braga, pelo amor e dedicação incondicionais, por todos os seus esforços para que me fosse possível ficar por tanto tempo distante, por me incentivarem a seguir sempre adiante, superar as dificuldades encontradas pelo caminho e realizar os meus e seus sonhos.

Aos meus irmãos Carlos Fabiano, Tatiani e Luiz Eduardo, cunhados Alessandra e Márlon e sobrinhos Anna Caroline, Carlos Gabriel e Flávia Eduarda, pelo amor e carinho a cada chegada, sem vocês tudo seria muito mais difícil!

Amo Vocês!

O medo de sofrer é pior que o próprio sofrimento, e nenhum coração jamais sofreu quando foi em busca de seus sonhos, porque todo momento de busca é um momento de encontro com Deus e com a eternidade!

Antoine de Saint Exupéry

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, pela possibilidade de ter muitos aprendizados e pela busca diária, na tentativa de me tornar um ser humano melhor.

Ao Professor Dirceu Maximino Fernandes pelo grande amigo que foi durante esse período, pelo apoio e orientação dos meus passos e pela compreensão nos momentos difíceis.

Ao Professor Roberto Lyra Villas Bôas, Denise Laschi e João Domingos Rodrigues pela colaboração e auxílio durante a condução deste trabalho.

Aos Professores responsáveis pelas disciplinas cursadas: Romy Goto (Seminários), Ismael e Sarita (Pesquisa Multidisciplinar em Horticultura), Roberto Lyra Villas Bôas (Adubos e Adubações), Hélio Grassi Filho (Nutrição Mineral de Plantas), Giuseppina Pace Pereira Lima (Bioquímica e Fisiologia de Vegetais Pós Colheita), João Domingos Rodrigues, Elizabeth Orika Ono e Gisela Ferreira (Técnicas Especiais de Propagação de Plantas Hortícolas), Rogério Lopes Vieites (Qualidade e Pós Colheita de Hortaliças), Mirian Foresti (Fundamentos e Didática da Educação Superior) e Denise Laschi (Floricultura), pelas valiosas contribuições na vida acadêmica, profissional e pessoal.

A todos os Funcionários da Biblioteca, Pós Graduação, dos Departamentos de Horticultura e Recursos Naturais – Ciência do Solo, em especial ao De Piere, Adilson, Cris, Zé Carlos, Jair e Noel pelo grande apoio e amizade durante a realização deste trabalho.

A SAKATA SEED SUDAMÉRICA; na presença da Márcia Kobori e ao produtor Roberto Ohara, pelas informações do manejo da cultura e contribuição de material para a realização do trabalho.

A Universidade Estadual Paulista e ao programa de Pós Graduação em Agronomia – Horticultura, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos.

A estagiária Amanda Danelon pela ajuda na condução deste trabalho.

Aos amigos Alessandra, Amanda Amaro, Fernanda, Ítalo, Luchele, Luiz e Luiza, pelo auxílio nas avaliações e na execução deste experimento.

Aos amigos de jornada: Alessandra, André, Andréa Carvalho, Angela Vacaro, Angelinha, Danila, Emi, Felipe, Idi, Libério, Lilian, Marcão, Marcelo, Márcia, Nelson, Reginaldo, Suenon, Wilson e muitos outros...

Especialmente... Quero deixar aqui registrado às Lú's... Tenho grande admiração e carinho pelas pessoas que vocês são... Pela perseverança que vocês tiveram, e por não desistirem de mim, apesar de por muitos momentos não estarmos na mesma sintonia, e vocês me mostrarem que acima de tudo temos uns aos outros não só nos bons momentos, mas principalmente nos mais difíceis... Obrigada pela grande demonstração de amizade que vocês mais que provaram...

Agradeço pela consideração de todos vocês por mim, me sinto muito feliz por ter tido oportunidade de conviver por momentos valiosos, sou muito grata a Deus por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho! Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	XVI
SUMMARY	XVIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A cultura do girassol.....	4
2.2 Fenologia	6
2.3 Aspectos gerais de nutrição e adubação	8
2.4 Exigência em nitrogênio e efeitos na produção.....	9
2.5 Aspectos relacionados à solução nutritiva.....	11
2.6 Uso de substratos	12
2.7 Uso de reguladores vegetais para manutenção de crescimento	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Local de desenvolvimento do experimento	14
3.2 Condução do experimento	17
3.3 Tratos culturais	20
3.4 Parâmetros avaliados	20
3.4.1 Desenvolvimento das plantas e solução lixiviada do substrato.....	20
3.4.2 Ponto de comercialização	22
3.4.3 “Vida de prateleira”	23
3.5 Análises estatísticas	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Avaliações do desenvolvimento das plantas e solução lixiviada do substrato.....	26
4.1.1 Altura de plantas.....	26
4.1.2 Número de folhas	28
4.1.3 Diâmetro de haste	29
4.1.4 Diâmetro de planta	30

4.1.5 Intensidade de cor verde nas folhas.....	31
4.1.6 Potencial hidrogeniônico	32
4.1.7 Condutividade elétrica.....	34
4.1.8 Área foliar.....	35
4.1.9 Massa seca total.....	36
4.1.10 Índices fisiológicos	38
4.1.10.1 Taxa de crescimento relativo.....	38
4.1.10.2 Taxa assimilatória líquida.....	39
4.1.10.3 Razão de área foliar	40
4.1.11 Teor e acúmulo de nitrogênio.....	41
4.1.11.1 Nitrogênio total na folha sadia	41
4.1.11.2 Nitrogênio total na haste.....	43
4.1.11.3 Nitrogênio total nas folhas senescentes	46
4.1.11.4 Nitrogênio total na inflorescência.....	48
4.2 Avaliações no ponto de comercialização.....	50
4.2.1 Ponto de comercialização, diâmetro do capítulo e do disco.....	50
4.2.2 Teor e acúmulo de macronutrientes.....	51
4.2.2.1 N-amônio	51
4.2.2.2 N-nitrato	53
4.2.2.3 Fósforo.....	56
4.2.2.4 Potássio.....	59
4.2.2.5 Cálcio.....	61
4.2.2.6 Magnésio	64
4.2.2.7 Enxofre	66
4.2.3 Teor e acúmulo de micronutrientes	68
4.2.3.1 Boro	68
4.2.3.2 Cobre	70
4.2.3.3 Ferro	72
4.2.3.4 Manganês.....	74
4.2.3.5 Zinco.....	77
4.3 “Vida de prateleira”	79

4.4 Considerações finais.....	80
5 CONCLUSÃO.....	82
6 REFERÊNCIAS	83
ANEXO	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas do substrato:	16
Tabela 2. Características químicas do substrato:	17
Tabela 3. Descrição dos tratamentos utilizados com doses de nitrogênio:	18
Tabela 4. Descrição dos tratamentos utilizados com doses de nitrogênio na fase vegetativa:	19
Tabela 5. Descrição dos tratamentos utilizados com doses de nitrogênio na fase reprodutiva:	19
Tabela 6. Volume de solução nutritiva (ml vaso ⁻¹) e de N (g vaso ⁻¹) aplicados durante o desenvolvimento do experimento:.....	19
Tabela 7. Escala de notas adotadas no período de comercialização quanto á abertura das flores do disco (A), qualidade do capítulo (B) e das folhas (C).	24
Tabela 8. Altura de plantas de girassol ornamental, em cm, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.....	27
Tabela 9. Número de folhas de girassol ornamental em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.....	28
Tabela 10. Diâmetro de haste de girassol ornamental (mm) em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.....	29
Tabela 11. Diâmetro de planta de girassol ornamental, em cm, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	30
Tabela 12. Intensidade de cor verde em folhas de girassol ornamental, em SPAD, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	31
Tabela 13. Potencial hidrogeniônico da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009..	33
Tabela 14. Condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental em dS m ⁻¹ , em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	34
Tabela 15. Área foliar, em dm ² , em função dos tratamentos e das épocas avaliadas (19, 33, 47 e 56 DAS). Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	35

Tabela 16. Massa seca total de girassol ornamental (g planta^{-1}) em função dos tratamentos e das épocas avaliadas (19, 33, 47 e 56 DAS). Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.....	37
Tabela 17. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N na folha sadia de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	41
Tabela 18. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N na haste de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	44
Tabela 19. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N na folha senescente de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	47
Tabela 20. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N no botão floral e inflorescência de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	49
Tabela 21. Ponto de comercialização (PC) em dias após semeadura (DAS), diâmetro do capítulo e do disco da inflorescência de girassol ornamental (cm) em função dos tratamentos. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	50
Tabela 22. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de NH_4^+ na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	51
Tabela 23. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de NO_3^- na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	54
Tabela 24. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de P na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	57
Tabela 25. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de K na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	59
Tabela 26. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de Ca na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	62

Tabela 27. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de Mg na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	64
Tabela 28. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de S na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.senesc.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	66
Tabela 29. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de B na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	69
Tabela 30. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Cu na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.senesc.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	71
Tabela 31. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Fe na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	73
Tabela 32. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Mn na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	75
Tabela 33. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Zn na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	77
Tabela 34. Abertura das flores do disco, qualidade da inflorescência e da folha de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.....	79
Tabela 35. Teor (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1} e mg planta^{-1}) dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental comercializável, adquirido com produtor comercial de girassol ornamental. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variação da temperatura do ar (°C), da casa de vegetação, no período de desenvolvimento do experimento (21/08 a 22/10/2008). Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009. .15	
Figura 2: Mudanças de girassol ornamental, no estágio fenológico VE no momento de transplante aos vasos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	16
Figura 3. Início de formação do botão floral, constituindo transição da fase vegetativa para reprodutiva. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	18
Figura 4: Designação das mensurações realizadas em girassol ornamental: Diâmetro de disco e diâmetro do capítulo. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.	23
Figura 5. Altura de plantas de girassol ornamental, aos 33, 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	27
Figura 6. Número de folhas de girassol ornamental, aos 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	28
Figura 7. Diâmetro de haste de girassol ornamental, aos 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	30
Figura 8. Diâmetro de planta de girassol ornamental, aos 33, 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	31
Figura 9. Intensidade de cor verde nas folhas de girassol ornamental, aos 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	32
Figura 10. Potencial hidrogeniônico da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental, aos 40 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	33
Figura 11. Condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental, aos 40 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	34
Figura 12. Área foliar de girassol ornamental, aos 56 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	36
Figura 13. Massa seca total de girassol ornamental 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	37
Figura 14. Taxa de crescimento relativo de plantas de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	38

Figura 15. Taxa assimilatória líquida de plantas de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	39
Figura 16. Razão de área foliar de plantas de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	40
Figura 17. Teor de nitrogênio na folha sadia de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	42
Figura 18. Acúmulo de nitrogênio na folha sadia de girassol ornamental aos 19 (A), 33 (B), 47 (C) e 56 DAS (D), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	43
Figura 19. Teor de nitrogênio na haste de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	45
Figura 20. Acúmulo de N na haste de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	45
Figura 21. Presença de cristais de sais na folha de girassol ornamental. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	46
Figura 22. Teor de nitrogênio na folha senescente de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	48
Figura 23. Acúmulo de nitrogênio na folha senescente de girassol ornamental aos 56 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	48
Figura 24. Teor de nitrogênio na inflorescência de girassol ornamental aos 56 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	50
Figura 25. Teor de amônio nas folhas sadias (A), folhas senescentes (B) e hastes (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	52
Figura 26. Acúmulo de amônio nas folhas senescentes de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	53
Figura 27. Teor de nitrato nas folhas sadias (A), folhas senescentes (B) e hastes (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	55
Figura 28. Acúmulo de nitrato nas folhas sadias (A), senescentes (B) e hastes (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	56

- Figura 29. Teor de fósforo na folha sadia (A) e haste (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.58
- Figura 30. Acúmulo de fósforo total nas folhas sadias (A) e senescentes (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009. 58
- Figura 31. Teor de potássio na folha sadia (A) e senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009. 60
- Figura 32. Acúmulo de potássio na folha sadia (A), senescente (B) e haste (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009. 61
- Figura 33. Teor de cálcio na folha sadia de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009..... 63
- Figura 34. Acúmulo de cálcio na folha sadia (A) e senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009. 63
- Figura 35. Teor de magnésio na haste de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009..... 65
- Figura 36. Acúmulo de magnésio na folha sadia (A), senescente (B) e haste (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009. 65
- Figura 37. Teor de enxofre na folha senescente (A) e haste (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, SP. FCA-UNESP, 2009. 67
- Figura 38. Acúmulo de enxofre na folha sadia (A) e senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009. 68
- Figura 39. Teor de boro na folha sadia (A) e na haste (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.69

Figura 40. Acúmulo de boro na folha sadia (A), senescente (B) e na haste (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	70
Figura 41. Acúmulo de cobre na folha sadia (A), haste (B) e inflorescência (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	72
Figura 42. Teor de ferro na folha senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	74
Figura 43. Acúmulo de Fe na folha sadia (A) e folha senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	74
Figura 44. Teor de manganês na folha sadia (A) haste (B) e inflorescência (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	76
Figura 45. Acúmulo de manganês na folha sadia (A) e inflorescência (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	76
Figura 46. Teor de zinco na inflorescência de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	78
Figura 47. Acúmulo de zinco na folha sadia (A) e inflorescência (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	78
Figura 48. Qualidade da inflorescência de girassol ornamental, 9 dias após ponto de colheita, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.	80

RESUMO

Autora: Camila de Lima Braga

Orientador: Professor Dr. Dirceu Maximino Fernandes

Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de adubo nitrogenado no desenvolvimento, nutrição e durabilidade de girassol ornamental e diminuição da senescência das folhas mais velhas. O experimento foi conduzido no Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, Fazenda Experimental Lageado, pertencente à FCA, UNESP, Campus de Botucatu – SP, em casa de vegetação, no período compreendido de 21 de agosto a 22 de outubro de 2008. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro doses de nitrogênio (75%, 100%, 125% de 150%), utilizando 100 % como referência a dose de N aplicada pelo produtor (correspondente a $0,035 \text{ g L}^{-1}$ na fase vegetativa e $1,66 \text{ g L}^{-1}$ na fase reprodutiva), tendo como fonte, o nitrato de amônio. Foram utilizadas sementes de girassol ornamental cultivar ‘Sunflower F1 Sumbrite Supreme’ da SAKATA[®], semeadas em bandejas com 128 células, posteriormente transplantadas em vasos de plástico número 15, com capacidade para 1,3 L, preenchidas com substrato formulado. Avaliaram-se semanalmente a altura, número de folhas,

diâmetro de haste, diâmetro de planta, intensidade de cor verde, além do pH e condutividade elétrica da solução lixiviada. A cada quinze dias realizaram-se coletas de plantas para análise de crescimento com avaliações da área foliar, massa seca total (transformados em dados fisiológicos de taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida e razão de área foliar) e teor e acúmulo total de nitrogênio nas folhas saudias, folhas senescentes, hastes e inflorescências. No ponto de comercialização foram avaliados o teor e acúmulo de N-amônio, N-nitrato, macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) nas folhas saudias, folhas senescentes, hastes e inflorescências. A precocidade da produção e abertura floral através do diâmetro de capítulo e do disco e das plantas após o ponto de comercialização foi realizada através de avaliações de vida de prateleira. A utilização de doses de nitrogênio mais elevadas ao utilizado atualmente pelo produtor é uma alternativa para se obter plantas com maior qualidade, e para minimizar a senescência foliar, podendo ser viável tecnicamente.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., floricultura, adubação, nitrato de amônio, qualidade na comercialização.

Nitrogen levels on the development of ornamental pot sunflower (*Helianthus annuus* L.). Botucatu, 2009. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Camila de Lima Braga

Adviser: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

SUMMARY

This work aimed to evaluate the effect of nitrogen fertilizer application, at different levels, on ornamental sunflower development, nutrition and durability, besides the decrease in the senescence of older leaves. The experiment was carried out between August 21 and October 22, 2008, in a greenhouse from the Department of Natural Resources – Soil Science, Lageado Experimental Farm, Agronomical Sciences College, São Paulo State University, Botucatu Campus, São Paulo State, Brazil. Experimental design was in randomized blocks, with four nitrogen levels (75%, 100%, 125%, and 150%), of which 100% represents the N level sprayed by the producer (corresponding to 0.035 g L^{-1} and 1.66 g L^{-1} in the vegetative and reproductive phases, respectively), and ammonium nitrate was used as source. Seeds from ornamental sunflower cultivar ‘Sunflower F1 Sumbrite Supreme’ (SAKATA[®]) were sown into trays containing 128 cells and later transplanted to plastic pots number 15, 1.3L-capacity, filled with formulated substratum. Height, leaf number, stem diameter, plant diameter, green color intensity, besides pH and electrical conductivity of the leached solution, were weekly evaluated. Every fifteen days, plants were harvested for growth analysis, including evaluations of leaf area, total dry matter (which were transformed into physiological data regarding relative growth rate, net assimilation rate and leaf area ratio), besides nitrogen level and total accumulation in healthy and senescent leaves, stems and inflorescences. In the commercialization stage, the level and the accumulation of N-ammonium, N-nitrate, macronutrients (P, K, Ca, Mg, and S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn, and Zn) were evaluated in healthy and senescent leaves, stems and inflorescences. Production precocity and flower opening were evaluated through capitulum, disc and plant diameter after the commercialization stage by using shelf life evaluations. The application of nitrogen levels

higher than those currently used by the producer is an alternative to obtain higher quality plants and to minimize leaf senescence, which can be technically viable.

Keywords: *Helianthus annuus* L., floriculture, fertilization, ammonium nitrate, quality of commercialization.

1 INTRODUÇÃO

O setor de floricultura tem se destacado desde 1988 no panorama nacional, quando a Cooperativa Agroindustrial Holambra com apoio da Holanda, que possui a maior produção mundial de flores, enfatizou a criação de um programa de comercialização de flores voltado ao mercado externo, tendo o Veiling como ponto de comercialização (SEBRAE, 2007).

A comercialização de plantas em vasos é uma das opções que mais agregam valor no setor de floricultura, sendo que para se criar diferenciais em sua produção, frequentemente são selecionadas espécies, variedades ou híbridos para o mercado (NEVES, 2008). Em se tratando de espécies que apresentam potencial de cultivo em espaços delimitados, o girassol ornamental apresenta-se como uma alternativa muito viável para este mercado, por se tratar de uma cultura sem grandes dificuldades de manejo e produzir belíssimas flores.

O girassol apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, como ciclo curto (SILVA & SANGOI, 1985), que fazem dela uma boa opção aos

produtores de flores do Brasil. Dos fatores que afetam sua produtividade, destacam-se o clima condicionando o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (SENTELHAS et al., 1994), a composição química da planta (UNGARO et al., 1997), a duração dos sub-períodos de desenvolvimento da cultura (SILVEIRA et al., 1990), a sensibilidade às doenças (SENTELHAS et al., 1994) e às pragas (OSETO et al., 1989).

Para a nutrição mineral, na maior diversidade das plantas cultivadas, o nitrogênio é o macronutriente exigido em maior proporção, pois o desenvolvimento das plantas é altamente dependente da disponibilidade deste nutriente, devido às funções do N no metabolismo das plantas, que participa como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Marschner, (1995) relata que a nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado com relativa facilidade e pode ser utilizado como complemento ou método alternativo no controle de doenças.

Existem diferentes fontes de N que podem ser usadas na adubação nitrogenada das culturas, tanto a campo como em vaso (ANDREOTTI et al., 2005). Em relação a sua escolha, deve-se levar em consideração a quantidade, a forma e o custo do adubo. Na floricultura, como em muitas outras culturas agrícolas, a relação custo/benefício da dose de N é importante na viabilização do empreendimento, importando ainda a qualidade do adubo, sua solubilidade e reação na solução.

A remobilização do N na planta inicia com o processo de formação de flores e leva inicialmente à senescência das folhas basais, caracterizada visualmente pelo amarelecimento dessas, seguida de morte (CRAFTS-BRANDER et al., 1998). Na comercialização de girassol em vaso, é comum observar folhas basais amarelas, cuja presença afeta o visual e diminui a qualidade do produto, sendo que a diminuição da qualidade é proporcional ao número de folhas senescentes na planta (REID, 2004).

Das problemáticas mais comuns ocorridas na produção de girassol ornamental, a ocorrência da senescência das folhas basais proporcionadas pela remobilização do N, surge como fator que mais prejudica sua comercialização, o que pode minimizar com o estudo da aplicação das doses de N. Assim, é possível que doses de N possam interferir na velocidade do processo de senescência, o que abre perspectivas de melhoria da qualidade das plantas de girassol em vaso na comercialização.

Diante desta perspectiva, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de adubo nitrogenado no desenvolvimento, nutrição e durabilidade das plantas de girassol ornamental.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do girassol

O termo girassol explica não só o nome comum como o nome botânico da planta, tendo em vista que o gênero *Helianthus* deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor (SEILER, 1997), ou “flor do sol”, uma referência à característica da planta de movimentar sua inflorescência acompanhando os raios solares, até o momento da antese, posicionando-se a partir daí na direção leste, termo este definido como heliotropismo. Esta característica é atribuída ao acúmulo de auxinas na parte da planta oposta ao sol (VRÂNCEANU, 1977).

Por muitos anos, acreditou-se que a origem do girassol (*Helianthus annuus* L.) procedia do Peru, considerada por Dodonaeus em 1568, como a “flor de ouro” deste país. Mais tarde Linneo, em 1753, Jussien em 1789 e De Candole em 1828, citados por Vrancêanu em 1977, lançaram a hipótese de que o girassol pudesse ter sido originado do

México, Canadá, Estados Unidos e inclusive do Brasil. Pesquisas mostraram que através de uma semente e um aquênio parcialmente carbonizado, respectivamente, de 2875 – 2575 a.C. – no sítio arqueológico de San Andrés, região de Tabasco no México, são os mais antigos resquícios encontrados da planta. Dessa forma, pode-se considerar o México como sendo o berço da domesticação do girassol.

Na Europa, o girassol foi levado por conquistadores espanhóis do continente americano para o jardim botânico de Madri, Espanha (PUTT, 1997). A planta era tratada como ornamental, por quase 200 anos após sua introdução no continente.

Os girassóis modernos são originados de uma rede genética extremamente restrita, o que sugere que todos eles sejam decorrentes de uma única domesticação (LEITE et al., 2005).

Esta espécie é uma dicotiledônea anual, ordem Asterales, família Asteraceae, a maior das Angiospermas (JOLY, 1993).

O gênero *Helianthus*, compreende 49 espécies e 19 subespécies, com 12 espécies anuais e 37 perenes, todas nativas das Américas (NEVES, 2008).

De acordo com Lorenzi e Souza (2001), o girassol é um arbusto de textura herbácea, anual, ereto, pouco ou não ramificado, de 1,5 a 2,5 m de altura. Possui folhas alternas e hirsutas, inflorescências terminais, em capítulos geralmente solitários ou com dois ou mais capítulos secundários menores.

A inflorescência do girassol é a parte da planta visada na comercialização de flores. Para o girassol granífero, a inflorescência se desenvolve com a indução da fase reprodutiva, a partir do aumento do diâmetro do caule, dando origem ao receptáculo floral, de onde surgirão as flores propriamente ditas. Na periferia desenvolvem-se as flores estéreis, com pétalas de coloração forte, geralmente amarelas, fundidas, formando uma corola ligulada, encontrando-se no centro as flores férteis (PIRES, 1991).

A fecundação é cruzada, realizada principalmente por agentes polinizadores. A descoberta de um gene de androsterilidade citoplásmica permitiu a criação de híbridos sem pólen, o que permite a sua utilização em floricultura (ANEFALOS & GUILHOTO, 2003).

A cultura destaca-se como a quinta em área cultivada no mundo (LEITE et al., 2005). Estimou-se que a produção pudesse alcançar 154,6 mil toneladas, com

aumento de 45,7% sobre o total colhido em 2006/07, e que a área plantada subiria de 75,4 mil para 106,4 mil hectares, acréscimo de 41,1% (CONAB 2007).

A planta se adapta em diversas condições edafoclimáticas, podendo no Brasil, ser cultivada desde o Rio Grande do Sul até o hemisfério norte, no estado de Roraima (LEITE et al., 2005). Pode ser semeado o ano todo, desde que exista água suficiente para o seu desenvolvimento normal. Adapta-se bem nas temperaturas entre 18 e 24 °C (HEISER, 1978) e florescem mais rapidamente em dias curtos (ROBINSON et al., 1967 e WHIPKER et al., 1998).

A cultura é bastante valorizada e difundida por se tratar de fonte rica em óleo, extraída de sua semente, para a produção melífera e também por ser utilizada como fonte de farelo ou mesmo silagem para a alimentação animal. Sua beleza é muito apreciada, tendo grande valor estético como planta ornamental, e pode ser cultivada para a produção de flores de corte e de vaso (SCHOELLHORN et al., 2003).

Nos últimos anos, o girassol ganhou destaque como planta ornamental. O desenvolvimento de variedades com tamanho reduzido, os mini girassóis (*Helianthus annuus annuus*), permitiu que esta planta passasse a figurar em arranjos e decorações. Seu formato exótico e o tom amarelo alaranjado intenso de suas flores acrescentam vida e dinamismo aos ambientes (JENSEN, 2004).

Tendo em vista que as exigências dos técnicos de arte floral e do consumidor requintado não se resumem às flores mais tradicionais e mais divulgadas, a produção de novas espécies é interessante, como culturas alternativas, que o façam estarem na vanguarda do conhecimento e da oferta.

2.2 Fenologia

Considerando a expansão das áreas de produção, o conhecimento do desenvolvimento das plantas poderá fornecer pré-requisitos para aplicação de técnicas que visem à produção de girassol ornamental de vaso.

O ciclo do girassol ornamental é rápido, permitindo ao produtor retorno imediato do seu investimento (WHYPKER et al., 1998). Elevados padrões de

qualidade são exigidos para comercialização dessa espécie em vaso, baseados principalmente na altura ideal de plantas e diâmetro de inflorescência.

Para a qualidade de flores os fatores ambientais, a população de plantas e as características genéticas de cada cultivar são determinantes na qualidade do produto final, sendo preponderantes no sucesso da comercialização. Essa qualidade pode ser avaliada pelo tamanho da inflorescência, comprimento e rigidez da haste, grau de abertura de inflorescências, cor das folhas e sanidade geral da planta. A criação de diferentes padrões ou classes de qualidade é de extrema importância para a valorização do produto, mas há falhas e inexistência de protocolos de classificação para o girassol, tal condição gera dificuldades de entendimento entre produtores, intermediários e consumidores, devido à variação de critérios para julgar qualitativamente o produto, uma vez que cada produtor segue sua própria noção de classificação (SILVEIRA, 1997).

Na década de 90, a direção da Cooperativa Agropecuária Holambra apresentou como resultado entre o Veiling Holambra e os produtores de crisântemo de corte, propostas de padronização de embalagens, onde os cultivares foi dividido em quatro grupos, ou seja, haste e flores grandes, flores médias, pequenas e minis, com definido número de hastes por embalagem e de sua massa, em kg (SILVEIRA, 1997). Dessa maneira existem muitas espécies comercializadas pelo Veiling que ainda não tem padronização definida, como é o caso do girassol ornamental, situação em que cada produtor adota as suas próprias normas de padronização (NEVES, 2008).

Embora ainda existam problemas de padronização, flores envasadas representam uma das mais interessantes e promissoras formas de produção ornamental, sendo frequentemente selecionados novos produtos ou espécies para o mercado. O uso do girassol como planta de vaso apresenta potencial por ser outra possibilidade da utilização da espécie. Por outro lado, sendo um produto novo, estabeleceu-se uma lacuna de informações a respeito de técnicas e tecnologias de cultivo, bem como a padronização para comercialização que inexistente (VERNIERI et al., 2003).

Santos et al (2001), estudando girassol ornamental cv. Sumbright cultivado em vaso observaram que as plantas avaliadas aos 65 dias após a emergência apresentaram maiores diâmetros das inflorescências e menores alturas de caules, quando comparadas às plantas cultivadas no campo, sendo assim, comercialmente viáveis. Neves

(2003), estudando o mesmo cultivar, em ambiente protegido, em vasos com quartzo moído e pedra britada contendo solução nutritiva e em solo, observou plantas com alturas excessivas para comercialização em vasos e capítulos iguais a 13,5, 11,6 e 8,5 respectivamente. O autor concluiu que uma alternativa nesse caso seria a utilização dessas plantas para comercialização como flores de corte.

Crescimento e desenvolvimento vegetal são processos independentes que podem ocorrer simultaneamente ou não (WILHELM & McMASTER, 1995, STRECK et al., 2003). Enquanto crescimento vegetal se refere às mudanças irreversíveis de dimensões físicas de órgãos da planta como massa, volume, comprimento e área, desenvolvimento vegetal envolve a diferenciação celular, a morfogênese, o aparecimento e a senescência de órgãos (HODGES, 1991, WILHELM & McMASTER, 1995). Assim, uma planta crescendo não necessariamente está se desenvolvendo e vice-versa. O crescimento e o desenvolvimento das culturas são os resultados de fatores genéticos e ambientais, a quantificação dos fatores ambientais que afetam estes dois processos oportuniza a possibilidade de melhoria das técnicas aplicadas à produção.

Os parâmetros fisiológicos da análise de crescimento descrevem as condições morfofisiológicas da planta, com base no acúmulo de massa da matéria seca. É realizada por meio do cálculo de índices fisiológicos, como a razão de área foliar (RAF), a taxa assimilatória líquida (TAL) e a taxa de crescimento relativo (TCR), e pode ser empregada para estudar diferenças no desenvolvimento vegetal em função de variações do meio, competição interespecífica, capacidade produtiva de diferentes genótipos ou manejo agrícola diferenciado (MAGALHÃES, 1986, RODRIGUES et al., 1995, BENINCASA, 2004, FERRARI, 2008).

2.3 Aspectos gerais de nutrição e adubação

O girassol pode ser cultivado tanto no verão como no outono-inverno, na maioria das regiões do Brasil. Os aspectos nutricionais para a cultura granífera são muito importantes para o seu sucesso e tanto a época de plantio quanto a fertilidade do solo devem ser considerados para a definição da calagem e da adubação da espécie. A elevada

sensibilidade do girassol a acidez do solo faz com que este seja um dos principais fatores limitantes para a sua produtividade (BLAMEY et al., 1987).

Pesquisas mostram que para um adequado desenvolvimento das plantas, os teores de nutrientes refletem o bom estado nutricional dessas, estando mais bem nutrida aquela planta que obteve maior eficiência na utilização dos nutrientes, traduzida na resposta em crescimento e produtividade (TERRA, 2004). Considerando que os nutrientes minerais têm funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas (MALAVOLTA et al., 1997), para garantir adequada produtividade, o manejo da adubação deve visar manutenção de teores médios a elevados de fósforo e potássio no solo. Como o nitrogênio é extraído pela cultura em grandes quantidades e não apresenta efeito residual direto no solo, a produtividade esperada é um componente importante para a definição de suas doses (CANTARELLA, 2003).

A produção de flores e o tamanho da flor e da haste são características definidas pela potencialidade genética e podem ser influenciadas pela nutrição mineral (HIGAKI et al., 1992).

Segundo Evangelista e Lima (2008), na cultura do girassol o período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes e crescimento mais acelerado está entre a formação do botão floral e a completa expansão da inflorescência. Os autores registram, entretanto, a necessidade de disponibilidade de nutrientes desde o início do crescimento das plantas, para o estabelecimento normal da cultura.

2.4 Exigência em nitrogênio e efeitos na produção

O N é o nutriente que mais limita a produção do girassol granífero, e é essencial para o crescimento das plantas. O nitrogênio é transformado em composto orgânico se acumulando nas folhas e caules para depois ir para o grão. Uma adequada nutrição nitrogenada promove um bom desenvolvimento foliar antes da floração. A carência de nitrogênio e zinco retarda e reduz o crescimento das plantas. Em seguida pode ocasionar uma clorose geral, que afeta principalmente as folhas velhas, devido à alta mobilidade do N dentro da planta (ORDONEZ, 1990).

O N é o segundo nutriente mais requerido pela cultura do girassol granífero, acumulando 130 kg ha^{-1} , atrás somente do potássio, porém grande quantidade de potássio é retornada ao solo, através dos restos culturais. Nos tecidos, a concentração de N varia dependendo do genótipo, de 35 a 50 g kg^{-1} nas folhas e de 4 a 10 g kg^{-1} no caule, no período de início de florescimento e enchimento das sementes.

Fagundes et al. (2007), testando diferentes fontes e doses de nitrogênio no cultivo de girassol dobrado amarelo anão cultivar 'Double Sungold', observou que o aumento da dose de nitrogênio aplicado resultou num aumento do número final de folhas, e que a partir do ponto de máxima existe uma tendência à redução. A altura final de plantas também foi influenciada pelas doses de N, devido ao aumento do número de folhas e de seus respectivos entrenós, que é pequeno, e ao caráter anão da cultivar. No entanto, esse valor foi suficiente para afetar a qualidade de vaso pela alteração da proporcionalidade entre a altura da planta no vaso.

Num contexto geral, o padrão comercial para a produção de flores em vaso é recomendado que a planta apresente em média 1,5 vezes a altura do vaso (UESB, 2009).

Em pesquisa realizada por Fagundes et al., (2007), a porcentagem de folhas senescentes diminui a medida que a dose de N aplicada via fertirrigação, aumenta até o valor de $132,4 \text{ mg L}^{-1}$, indicando que o aumento no fornecimento de N estimula o crescimento da planta (JOEL et al., 1997) aumentando a capacidade fotossintética das folhas através de um aumento na quantidade de estroma e proteínas tilacóides nas folhas, mantendo-as verdes por mais tempo (FREDEEN et al., 1991; MAKINO et al., 1992). Na fase de desenvolvimento R6, correspondente ao final da vida de vaso ou capítulo senescente, verificou-se que a diferença da incidência de folhas senescentes, entre as doses cai para pouco mais de 5%. Esse processo de aceleração da senescência foliar com a maturação da planta é esperado e ocorre devido a altas quantidades de nitrogênio que são mobilizadas das folhas para outros tecidos que estão em crescimento como, por exemplo, as flores (GUITMAN et al., 1991; SMART, 1994; CRAFTS-BRANDER et al., 1998).

A senescência das folhas é um fator negativo do ponto de vista da comercialização de plantas ornamentais, especialmente de girassol de vaso. Plantas que não recebem nitrogênio suplementar apresentaram em torno de 30% de folhas senescentes por

vaso no ponto de comercialização, e a suplementação de N retarda a senescência das folhas, aspecto positivo para qualidade da planta na comercialização (FAGUNDES et al., 2007). O tamanho de folha está relacionado ao suprimento de N para alongação e/ou divisão celular (SKINNER & NELSON, 1995; GARCEZ NETO et al., 2002). O nitrogênio influencia não só a taxa de expansão, mas principalmente a divisão celular, determinando, desta forma, o tamanho final das folhas, fazendo com que o nitrogênio seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa (FERNÁNDEZ et al., 1994).

2.5 Aspectos relacionados à solução nutritiva

O manejo da solução nutritiva é de grande importância para o bom desenvolvimento do cultivo, sendo o controle de acidez e da condutividade elétrica fundamentais. O controle da acidez deve ser realizado com um indicador de pH, sendo ideal o uso de potenciômetro. A importância do pH está em manter na solução todos os elementos disponíveis à planta. Se o pH for superior a 6,5, elementos como cálcio, ferro e zinco precipitam, deixando de ser disponíveis às plantas, assim como se o pH estiver em níveis abaixo de 5,5, podem acarretar em prejuízos ao sistema radicular, prejudicando o cultivo por completo (SEBRAE, 2000). A correção do pH quando os valores estiverem inferiores ou superiores ao recomendado deve ser feita com adição de ácido ou base respectivamente, de acordo com Ferreira et al., (2001).

A condutividade elétrica expressa a concentração de íons. Quanto maior essa concentração, maior será a capacidade da solução nutritiva de conduzir a corrente elétrica. O controle da condutividade elétrica é realizado com o auxílio de um condutímetro. O nível do qual se deve manter esse valor varia de acordo com o cultivo e o clima. Em geral para climas tropicais o valor da condutividade deve estar entre 2,0 e 2,5 dS m⁻¹. Este controle deve ser feito a cada dois dias ou até uma vez por semana. (SEBRAE 2000).

No entanto, torna-se difícil uma recomendação geral da condutividade elétrica que expresse o ótimo para a maioria das culturas, uma vez que há variações de cultura para cultura, estações do ano, fase de crescimento da planta e qualidade da água. Duas alterações podem ocorrer na condutividade elétrica: o decréscimo quando a planta absorve mais íons do que água ocorre em condições que diminuam a transpiração da planta, e a

elevação que ocorre quando a planta absorve mais água do que íons está relacionada com condições de alta radiação e elevada temperatura. Outros fatores importantes relacionados à solução nutritiva são: a renovação da solução, que deve ocorrer sempre que a condutividade elétrica diminuir 0,2-0,3 mS cm⁻¹; ou em cultivos de pequena escala, sempre que a condutividade cair a 50% da concentração inicial (FERREIRA et al., 2001).

2.6 Uso de substratos

Entende-se por cultivo sem solo, um sistema de cultivo em que a planta desenvolve seu sistema radicular em meio líquido (constituído diretamente por uma solução nutritiva) ou sólido (constituído por um substrato, inerte ou não) confinado a um espaço limitado e isolado do solo (MENEZES JÚNIOR, 1999).

O substrato e o solo, embora exercendo funções semelhantes com relação às plantas, diferenciam-se em aspectos básicos. O solo tem gênese e perfil peculiar, com processos de formação envolvendo milênios, estando intimamente relacionado com a paisagem e condições ambientais circunstantes. O substrato não apresenta tais características, sendo resultante da manipulação de materiais com um determinado objetivo (CASTRO et al., 1992).

As vantagens do cultivo sem solo podem ser atribuídas pelo maior crescimento e desenvolvimento das plantas, que contribui com o aumento da produtividade das culturas, utilização de substratos livres de doenças, pragas e plantas daninhas, reduzindo o uso de defensivos agrícolas, melhorando da qualidade dos produtos e economizando água e fertilizantes. Algumas desvantagens são: maior investimento inicial em instalações e equipamentos para o exercício da atividade, sendo necessário conhecimento e treinamento sobre o assunto; facilidade de disseminação rápida de doenças através da água como *Fusarium* e *Verticillium* e podem apresentar problemas nutricionais complexos se o manejo e acompanhamento da solução não forem executados adequadamente, e a solução restante pode ser um poluente do solo, conforme Ferreira (2001).

Ao longo dos anos ocorreram grandes incrementos tecnológicos na agricultura com novos equipamentos e sistemas de cultivo, tais como a plasticultura e fertirrigação, aonde vem ocorrendo substituição gradual do cultivo no solo pelo cultivo sem

solo. Assim sendo, torna-se cada vez mais importante a utilização de substratos de boa qualidade, baixo custo, que produzam plantas de qualidade no menor período de tempo e que não causem riscos ao meio ambiente (JENSEN, 2004). As principais razões desta substituição, segundo Abad et al. (1998), se deve a necessidade de transporte das plantas de um local para outro, a existência de fatores limitantes para a continuidade dos cultivos no solo natural, decorrente da salinização, doenças de solo e esgotamento dos solos agrícolas.

2.7 Uso de reguladores vegetais para manutenção de crescimento

A produtividade e as características morfológicas de cultivares de girassol podem ser modificadas por manejo da adubação e da genética ou por mudanças nos fatores específicos da regulação de seu desenvolvimento. Os hormônios vegetais atuam sobre o sistema gênico, reprimindo ou liberando genes, que por sua vez, sintetizam moléculas que aceleram ou inibem aspectos do desenvolvimento (GARZA et al., 2001). O regulador vegetal pode ser natural ou sintético, geralmente orgânico que, em baixas concentrações, regulam ou controlam aspectos das plantas como crescimento, enraizamento, florescimento, abscisão foliar e frutificação (TAIZ & ZEIGER, 2006). Entre os reguladores vegetais, novos produtos têm sido inseridos no mercado, e atuam como retardantes de crescimento. Além do daminoside e clomerquat, utilizados tradicionalmente na floricultura (WEAVER, 1972) destacam-se o paclobutrazol, uniconazole e flurprimidol (BARRET, 1986). A utilização de um regulador vegetal no desenvolvimento do girassol envasado é necessária para adequar a estética do seu porte em relação ao tamanho do vaso para o mercado, que deve ser aplicado durante a fase de rápido crescimento vegetativo (HERTIG, 1977; HARTMANN et al 1988, CARLUCCI, 1991).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de desenvolvimento do experimento

O experimento foi conduzido no Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agrônômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, estado de São Paulo, com coordenadas geográficas de 21°51' latitude sul, 48°26' longitude oeste e altitude de 786m (MARTINS, 2003), em período compreendido de 21 de agosto a 22 de outubro de 2008.

As plantas foram conduzidas em casa de vegetação, com as dimensões de 8,10 m de comprimento, 6 m de largura, 2,8 m de pé direito e 3,8 m de altura do vão central, e com controle de temperatura máxima mantida a 28° C.

Para as medidas de temperatura no cultivo protegido, utilizou-se termômetro de máxima e mínima, onde os valores decorrentes da temperatura em 24 h eram

coletadas entre 9 e 11 h da manhã. Os registros da temperatura máxima, média e mínima no período experimental são demonstrados na Figura 1.

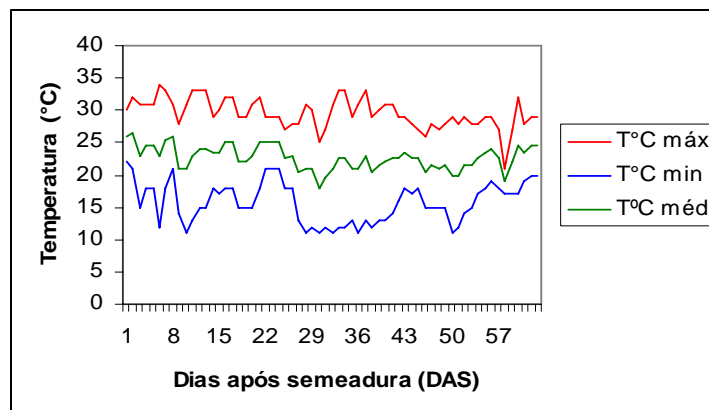


Figura 1: Variação da temperatura do ar (°C), da casa de vegetação, no período de desenvolvimento do experimento (21/08 a 22/10/2008). Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Foram utilizadas sementes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cultivar ‘Sunflower F1 Sunbright Supreme’ da SAKATA[®], semeadas a 1 cm de profundidade em bandejas de plástico preto, com 128 células, preenchidas com substrato a base de fibra de côco granulada, para uso agrícola e florestal; tipo 11, possuindo pH=5,8, EC=1,1 mS cm⁻¹, umidade=60%, densidade=92 kg m⁻³, CRA=506 mL L⁻¹, Golden Mix, grupo Socôco - Amafibra. Posteriormente, as mudas na fase de desenvolvimento do período vegetativo de emergência (VE), com as folhas cotiledonares completamente expandidas, e início de formação das folhas verdadeiras menores do que 4 cm, demonstrada na Figura 2, com 9 dias após sementeira – DAS, foram transplantadas em vasos plástico rígido número 15, com capacidade para 1,300 mL, dimensões de 12,2 cm de altura, 9,8 cm com de base e 14,8 cm de diâmetro de superfície, preenchidos com substrato formulado pelo produtor de girassol ornamental Roberto Ohara, de Atibaia – SP.

O substrato fornecido pelo produtor era rico em material orgânico, sendo o composto formulado com substrato comercial “Multiplant 3010”, solo de subsuperfície, esterco de cavalo, torta de mamona, farinha de osso, cal virgem e cinzas de palha.



Figura 2: Mudanças de girassol ornamental, no estágio fenológico VE no momento de transplante aos vasos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Para caracterização do substrato utilizado, realizaram-se análises físicas e químicas do material no laboratório de pesquisa de solos do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, Fazenda Experimental Lageado, Faculdade de Ciências Agrônomicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu-SP. As características físicas (Tabela 1) foram: densidade do material e relação entre sólidos - ar - água, seguindo recomendação proposta por Brasil (2007), e as químicas (Tabela 2): potencial hidrogênio (pH), condutividade elétrica (CE), macro e micronutrientes, utilizou-se metodologia de extração de solução do substrato 1:1,5, proposta por Sonneveld & Elderen (1994).

Tabela 1. Características físicas do substrato:

D	PT	Sólidos	EA	AD	AT	AR
kg m ⁻³	-----(%)------					
610	71,91	28,09	13,83	7,04	21,49	29,56

A densidade (D) do substrato utilizado apresentou 610 kg m⁻³. Com base na análise de capacidade de retenção de água pode-se caracterizar a relação entre sólidos – ar – água. O material apresentou porosidade total de 71,91% (Espaço de aeração + água disponível + água tamponante + água remanescente) e volume de 28,09% de partículas sólidas, e o espaço de aeração de 13,83%. O potencial máximo de retenção de água do material foi de 58,09%, subdividida em três tipos: água disponível (AD), água tamponante (AT)

e água remanescente (AR). O substrato pôde armazenar e dispor a cultura apenas 7,04% de água, o que fez ser necessária maior frequência da irrigação.

Tabela 2. Características químicas do substrato:

pH	CE	NH₄⁺	NO₃⁻	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	dS m ⁻¹	-----mg L ⁻¹ -----								
6,5	0,47	0,39	1,28	87,5	19,62	19,6	0,05	0,36	0,03	0,22

O preenchimento dos vasos seguiu padronização efetuada pelo cálculo da densidade do substrato no volume do recipiente, compreendido a 1,2 L, colocando o equivalente a 735 g de substrato por vaso. Estes foram dispostos sobre bancadas, com 0,9 m de largura por 5 m de comprimento, a 0,8 m de altura, inicialmente mantidos sem espaçamento, posteriormente, ao início da fase reprodutiva, espaçados a 0,25 m entre vasos.

3.2 Condução do experimento

O ciclo do girassol ornamental varia de 60 a 80 dias, de acordo com a intensidade luminosa. É considerada planta de dia curto, sendo mais precoce no inverno, onde a utilização de iluminação artificial nesse período favorece o aumento do ciclo, que vem a contribuir com o desenvolvimento mais uniforme das plantas. Para tanto, fez-se necessário o uso de iluminação artificial, das 17 às 19h com lâmpadas incandescentes de 100 W (watts) e 220V (volts), dispondo 3 lâmpadas a cada 1 m entre lâmpadas e a 1 m de altura das bancadas. A iluminação artificial se manteve até que as plantas atingissem o estágio V6 (com 6 folhas bem formadas), que ocorreu quando as plantas estavam aos 22 DAS.

Os tratamentos utilizados constituíram-se de doses de nitrogênio na forma de nitrato de amônio (Tabela 3), sendo o tratamento 1 (T1) correspondente a 75% de nitrogênio (25% inferior à dose de N recomendada pelo produtor), o tratamento 2 (T2) 100% de nitrogênio, tratamento 3 (T3) correspondente a 125% de nitrogênio (25 % superior à dose de N recomendada pelo produtor) e tratamento 4 (T4) correspondente a 150% de nitrogênio (50 % superior à dose de N recomendada pelo produtor), em 4 blocos e 10 repetições, totalizando 160 unidades experimentais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos utilizados com doses de nitrogênio:

Tratamentos	Doses de nitrogênio
T1	75 %
T2	100 %
T3	125 %
T4	150 %

A fertirrigação foi realizada diariamente, sendo diferenciado para a fase vegetativa (Tabela 4), a partir do transplantio das mudas aos vasos, até 22 DAS, quando as plantas iniciaram a transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva (Figura 3), que pode ser observada quando no ápice do desenvolvimento das folhas iniciavam a formação das brácteas enegrecidas, constituindo o início da formação de botões florais, aplicando-se 70 ml de solução nutritiva. Foi considerado o valor de referência para os cálculos de fornecimento de nutrientes o formulado de NPK 14-8-30 utilizado pelo produtor, tendo como fonte de N o nitrato de amônio (NH_4NO_3), fonte de P o ácido fosfórico (H_3PO_4) e fonte de K o cloreto de potássio (KCl).



Figura 3. Início de formação do botão floral, constituindo transição da fase vegetativa para reprodutiva. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Na fase reprodutiva (Tabela 5), a partir dos 23 DAS, a fertirrigação foi realizada em dias alternados, onde o nitrato de cálcio (dia 1) foi separado dos demais componentes da solução nutritiva (dia 2), aplicando o volume de 100 ml de solução nutritiva

ao dia. As soluções nutritivas foram aplicadas em dias alternados para que não ocorresse formação de precipitados.

Tabela 4. Descrição dos tratamentos utilizados com doses de nitrogênio na fase vegetativa:

Solução 1	N	P	K
	(NH ₄ NO ₃)	(H ₃ PO ₄)	(KCL)
	----g L ⁻¹ ----	---mL L ⁻¹ ---	---g L ⁻¹ ---
T1 – 75 % N	0,026	0,036	0,125
T2 – 100 % N	0,035	0,036	0,125
T3 – 125 % N	0,043	0,036	0,125
T4 – 150 % N	0,052	0,036	0,125

Tabela 5. Descrição dos tratamentos utilizados com doses de nitrogênio na fase reprodutiva:

Solução 2	Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	NH ₄ H ₂ PO ₄	S.t.10*	KCL	NH ₄ NO ₃
	-----g L ⁻¹ -----				--mL L ⁻¹ --	-----g L ⁻¹ -----	
T1 – 75 % N	5	1,85	4	2,5	0,5	0,4	-
T2 – 100 % N	5	5	4	2,5	0,5	-	-
T3 – 125 % N	5	5	4	2,5	0,5	-	1,29
T4 – 150 % N	5	5	4	2,5	0,5	-	2,59

*Coquetel de micronutrientes (S. t. 10: Supra trace 10 - Agrichem®)

Valores relativos ao volume de aplicação de solução nutritiva e do total de nitrogênio utilizados no período experimental são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Volume de solução nutritiva (ml vaso⁻¹) e de N (g vaso⁻¹) aplicados durante o desenvolvimento do experimento:

Doses de nitrogênio	Fase vegetativa		Fase reprodutiva	
	ml vaso ⁻¹	g vaso ⁻¹	ml vaso ⁻¹	g vaso ⁻¹
T1 – 75 %	1260	330	2300	2863
T2 – 100 %	1260	441	2300	3818
T3 – 125 %	1260	551	2300	4772
T4 – 150 %	1260	661	2300	5727

Para a manutenção do porte da planta, utilizou-se regulador de crescimento paclobutrazol-PBZ (concentrado emulsão - CE 10%) 2 ml L⁻¹, aplicados duas vezes durante o desenvolvimento da cultura, sendo a primeira aplicação 15 DAS, quando as plantas estavam com aproximadamente 6 cm de altura, pulverizando ligeiramente as folhas com o

auxílio de pulverizador manual de 1 litro. A segunda aplicação ocorreu no início de transição da fase vegetativa para a reprodutiva (Figura 3), aplicando-se 50 ml de solução por vaso, diretamente no substrato.

3.3 Tratos culturais

No decorrer do experimento houve ocorrência de pragas e doenças, havendo a necessidade de realizar pulverizações para o controle preventivo ou corretivo.

Realizou-se aplicação de deltametrina (CE 25 %) 0,5 ml L⁻¹ para o controle corretivo de larva minadora e pulgão, aos 21 e 39 DAS, também a aplicação de tebuconazole (CE 20 %) 1 ml L⁻¹ para o controle preventivo de oídio, aos 21 DAS.

3.4 Parâmetros avaliados

3.4.1 Desenvolvimento das plantas e solução lixiviada do substrato

No decorrer do experimento, foram avaliados semanalmente os parâmetros de desenvolvimento das plantas tais como altura, número de folhas, diâmetro de haste, diâmetro de planta, intensidade de cor verde das folhas, além do potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica da solução lixiviada. As avaliações foram realizadas em quatro vasos por parcela.

Altura da planta (cm): medida com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, acima da superfície do substrato ao ápice de seu desenvolvimento, ou até o ponto de inserção da inflorescência, quando presente.

Número de folhas: contabilizadas a partir de 1 cm de comprimento.

Diâmetro de haste (mm): medida com o auxílio de um paquímetro digital, da marca Segatools, a 1 cm acima da superfície do substrato.

Diâmetro de planta (cm): medida com o auxílio de régua graduada em milímetros, medindo-se extremidades opostas da planta.

Intensidade de cor verde (SPAD): medida com clorofilômetro SPAD-502 da marca Minolta, amostrando-se folhas novas, em três pontos por planta, num total de quatro vasos por parcela, realizando-as entre 8 e 10 h da manhã.

Potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica (dS m^{-1}) da solução lixiviada do substrato: realizada através da metodologia do ‘Pour-through’ (CAVINS, 2002), onde um vaso por parcela foi saturado com a solução nutritiva correspondente ao tratamento, e após uma hora, vasilhas eram colocadas na parte inferior de cada vaso adicionado 100 ml de água deionizada na parte superior dos mesmos, de modo que a solução facilmente disponível fosse lixiviada para o interior das vasilhas. Estas soluções foram colocadas em frascos plásticos etiquetados com o tratamento correspondente, e levadas ao laboratório de pesquisa no Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, FCA-UNESP, para a realização das leituras. A condutividade elétrica foi determinada em condutivímetro portátil da marca Digimed e o pH com potenciômetro portátil da marca Gehaka PG 1400.

Análise de crescimento: Para a quantificação do crescimento das plantas, realizaram – se quatro avaliações destrutivas, ocorridas a cada quinze dias, utilizando-se 4 plantas por tratamento. As variáveis analisadas foram: área foliar, massa seca de folhas saudáveis (e senescentes quando presentes), haste e botão floral e/ou inflorescência quando presentes. Destas variáveis se realizou as avaliações de taxa assimilatória líquida (TAL), taxa de crescimento relativo (TCR) e razão de área foliar. Também se avaliou o acúmulo total de nitrogênio.

Área foliar (dm^2): as plantas foram cortadas rente ao substrato, colocadas em sacos de papel etiquetados e levados ao laboratório do Departamento de Horticultura da Unesp de Botucatu para a realização da medida. As folhas com mais de 1 cm de comprimento foram separadas e sua área determinada em medidor de área foliar, modelo Li 3100, da marca Licor.

Massa seca total (g pl^{-1}): após a avaliação da área foliar, as plantas foram lavadas em água corrente, e em água com detergente, com duplo enxágüe em água deionizada, e acondicionadas em sacos de papel etiquetados, e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por um período de 48 horas, até obtenção de massa seca constante.

Índices fisiológicos: os dados de massa da matéria seca total e área foliar foram ajustados em função do tempo, por equação exponencial cúbica (PORTES E CASTRO JUNIOR, 1991). A taxa de crescimento relativo (TCR), expressa o incremento na massa seca, por unidade de massa inicial, em um intervalo de tempo ($\text{g g}^{-1}\text{dia}^{-1}$), a razão de área foliar (RAF), representa a relação entre área foliar e massa seca ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) da planta e a taxa assimilatória líquida (TAL), representa a taxa de incremento da massa da matéria seca por unidade de área foliar existente na planta, por unidade de tempo ($\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$).

Teor (g kg^{-1}) e acúmulo total de nitrogênio (g planta^{-1}): as plantas subdivididas em folha sadia, haste e quando presentes, folha senescente e botão floral ou inflorescência secas em estufa, foram moídas em moinho do tipo “Willey” e colocadas em sacos de papel etiquetados. A determinação do teor de N através da análise química das plantas seguiu a metodologia recomendada por Malavolta et al. (1997). O produto do teor de N e a respectiva massa seca das partes da planta resultaram no acúmulo de N na planta.

3.4.2 Ponto de comercialização

Para a avaliação quanto à precocidade da produção, se verificou a data em que as plantas alcançaram o ponto de comercialização (PC), que foi avaliado pela abertura dos estames, onde a ocorrência de dois círculos abertos com de liberação de pólen designam que o PC é atingido (LIN, FRENCH, 1985). Realizaram-se avaliações quanto à abertura floral no PC através do diâmetro de capítulo e do disco (Figura 4).

Abertura floral: diâmetro de capítulo e do disco (cm): foram medidas com régua graduada em milímetros, medindo-se extremidades opostas da inflorescência.

Atingido o ponto de comercialização, foram realizadas análises do teor e acúmulo de amônio, nitrato, macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) presentes nas folhas sadias, senescentes, hastes e inflorescências.

Teor (g kg^{-1}) e acúmulo de amônio e nitrato (mg planta^{-1}): foram pesadas 250 miligramas das amostras secas e moídas, colocadas em tubos para destilação, seguindo a metodologia proposta por Malavolta et al. (1989). O produto do teor de amônio e

nitrato e a respectiva massa seca das partes da planta resultaram no acúmulo de amônio e nitrato nas partes analisadas da planta.



Figura 4: Designação das mensurações realizadas em girassol ornamental: Diâmetro de disco e diâmetro do capítulo. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Teor (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) e acúmulo de macronutrientes (g planta^{-1}) e micronutrientes (mg planta^{-1}): parte das amostras secas e moídas, previamente etiquetadas, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Plantas do Departamento de Recursos Naturais, Ciência do Solo da FCA, UNESP de Botucatu, sendo realizadas as análises dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) seguindo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). O produto do teor de macro e micronutrientes e a respectiva massa seca das partes da planta resultaram no acúmulo de macro e micronutrientes nas partes da planta analisadas.

3.4.3 “Vida de prateleira”

Atingido o ponto de comercialização, as plantas foram levadas para o Laboratório do Departamento de Produção de Plantas, Horticultura, permanecendo sob

bancadas, nas quais eram realizadas avaliações sensoriais visuais, atribuídas a escala de notas decrescentes (Tabela 7).

As avaliações foram relacionadas quanto à abertura da inflorescência do capítulo e do disco, a qualidade das inflorescências e das folhas, realizadas diariamente no início, até que se todas as repetições dos tratamentos manejados com doses crescentes de nitrogênio atingissem na casa de vegetação, o ponto de comercialização, que quando completadas, passaram a ser realizadas a cada dois dias, até quando os girassóis ornamentais alcançaram um ponto inviável de comercialização.

Tabela 7. Escala de notas adotadas no período de comercialização quanto à abertura das flores do disco (A), qualidade do capítulo (B) e das folhas (C).

(A)

Quanto à abertura de flores do disco	
1	100 % das flores abertas
2	80 % das flores abertas
3	60 % das flores abertas
4	40 % das flores abertas
5	20 % das flores abertas

(B)

Quanto à qualidade da inflorescência	
1	Queda de brácteas e murcha
2	Falha muito evidente na disposição das brácteas
3	Falha na disposição das brácteas
4	Início de falha na disposição das brácteas
5	Flores com simetria proporcional

(C)

Quanto à qualidade das folhas	
1	100 % senescentes
2	Folhas 75 % senescentes
3	Folhas 50 % senescentes
4	Folhas verdes com início de senescência
5	Folhas verdes

3.5 Análises estatísticas

Quando foram consideradas as épocas de avaliação na análise estatística, as doses de nitrogênio compreenderam as parcelas e as épocas de avaliação, as

subparcelas, compondo esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os demais parâmetros avaliados foram submetidos à análise de regressão, onde foi utilizada a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados, baseados na significância dos coeficientes de regressão a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, com o uso do sistema para análise de variância – SISVAR (FERREIRA, 2000).

Nas avaliações dos índices fisiológicos para obtenção da taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF), as variáveis área foliar e matéria seca total das plantas foram ajustadas em relação ao tempo pelo programa ANACRES (PORTES & CASTRO JUNIOR, 1991).

Para a avaliação das notas atribuídas durante a vida de prateleira realizou-se análise de regressão, em parcelas subdivididas no tempo, com transformação dos dados para logaritmo base 10 de Y - $\text{Log}_{10}(Y)$ com o uso do Sistema para análise de variância – SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações do desenvolvimento das plantas e solução lixiviada do substrato

4.1.1 Altura de plantas

Na Tabela 8 são apresentados os valores médios de altura de plantas do girassol ornamental, em função de doses de N e das épocas avaliadas. No início do desenvolvimento das plantas, não se observaram diferenças estatísticas significativas, ocorrendo somente a partir dos 33 DAS, como pode ser observado na Figura 5. As melhores respostas foram observadas 47 DAS ($P < 0,01$), onde a dose de 150% de nitrogênio obteve o melhor desenvolvimento.

Fagundes et al. (2007), trabalhando com fontes e doses de nitrogênio em girassol ornamental, observou que a altura final das plantas foi influenciada em relação às

doses de N, mostrando que a dose máxima (150 mg L⁻¹) atingiu 41,5 cm, justificando que este aumento da altura se deva ao aumento do número de folhas e seus respectivos entrenós.

Tabela 8. Altura de plantas de girassol ornamental, em cm, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	g L ⁻¹	-----cm-----		g L ⁻¹	-----cm-----			
75 %	0,026	5	8	1,245	11	13	15	18
100 %	0,035	5	7	1,660	10	12	14	17
125 %	0,043	5	7	2,075	11	12	14	18
150 %	0,052	5	8	2,490	12	14	16	20
F		0,218	1,365		3,495	5,461	6,608	9,229
Regressão		NS	NS		NS	Q*	Q*	Q**

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, Q: efeito significativo quadrático.

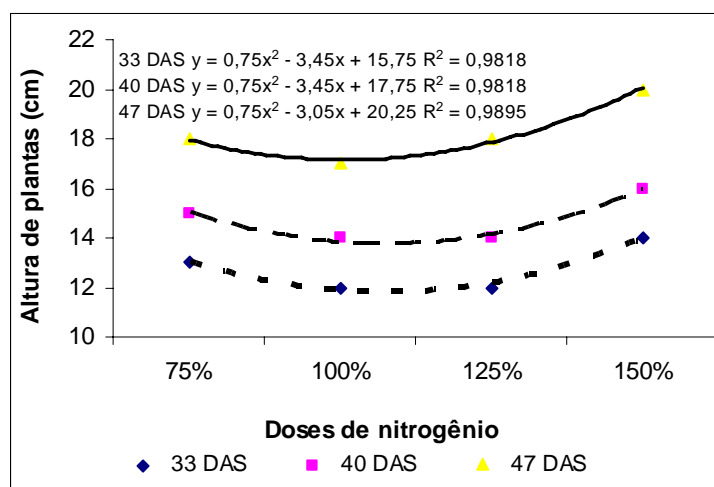


Figura 5. Altura de plantas de girassol ornamental, aos 33, 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Apesar do desenvolvimento em altura ter sido influenciada positivamente com o fornecimento de doses crescentes de N, não prejudicou o padrão comercial, onde se recomenda que a planta apresente em média 1,5 vezes a altura do vaso (UESB, 2009).

4.1.2 Número de folhas

O número médio de folhas está apresentado na Tabela 9, onde no início do desenvolvimento das plantas, não se observaram diferenças estatísticas significativas, que ocorreram ao final do ciclo de desenvolvimento da planta, aos 40 DAS ($P < 0,05$) e 47 DAS ($P < 0,01$). As doses de N aplicadas resultaram em curva de regressão quadrática, onde houve aumento crescente no número de folhas até a dose de 125% de N, e a dose acima propiciou tendência à redução no número final de folhas (Figura 6).

Tabela 9. Número de folhas de girassol ornamental em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	$g L^{-1}$			$g L^{-1}$				
75 %	0,026	2,0	7,7	1,245	10,7	15,2	16,0	16,7
100 %	0,035	2,0	7,2	1,660	10,5	15,2	17,5	19,2
125 %	0,043	2,0	7,5	2,075	11,5	16,2	18,2	20,7
150 %	0,052	2,0	7,7	2,490	11,7	15,7	16,5	18,0
F		0,000	0,255		0,113	0,113	4,790	12,500
Regressão		NS	NS		NS	NS	Q*	Q**

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, Q: efeito significativo quadrático.

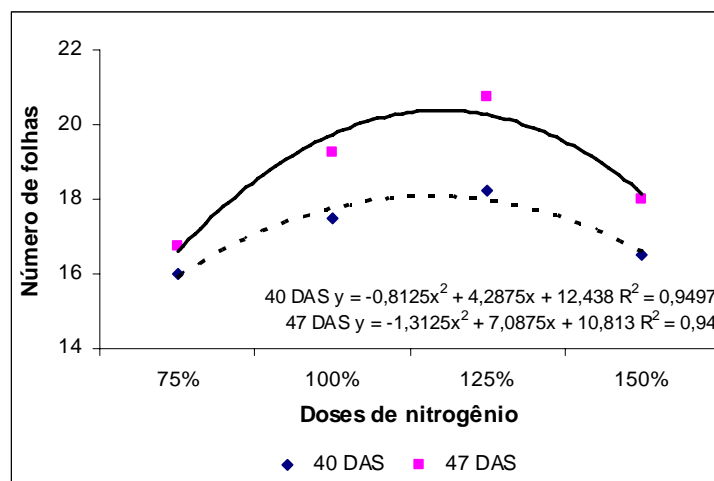


Figura 6. Número de folhas de girassol ornamental, aos 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Resultados semelhantes foram encontrados por Fagundes et al. (2007), que avaliando o efeito de diferentes fontes e doses de nitrogênio sobre parâmetros de desenvolvimento de plantas de girassol de vaso, observaram aumento no número de folhas final onde o incremento máximo (24 folhas) foi estimado na dose de 113,5 mg L⁻¹ de N, e a partir do ponto máximo houve uma tendência á redução no número final de folhas.

4.1.3 Diâmetro de haste

Para o diâmetro da haste, houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos aos 47 DAS (P< 0,05), demonstrando que a dose de 125% de N atribuiu maior incremento no desenvolvimento do diâmetro da haste, tendo a dose superior (150%) resultado na diminuição do valor do parâmetro em questão (Tabela 10).

Tabela 10. Diâmetro de haste de girassol ornamental (mm) em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase Repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	g L ⁻¹	-----mm-----		g L ⁻¹	-----mm-----			
75 %	0,026	2,0	4,0	1,245	6,0	8,0	9,7	11,0
100 %	0,035	2,0	3,2	1,660	5,7	8,0	9,7	11,2
125 %	0,043	2,0	4,0	2,075	5,7	8,2	9,7	11,7
150 %	0,052	2,0	4,0	2,490	6,0	8,2	9,5	10,5
F		0,000	1,024		0,455	0,364	0,114	4,098
Regressão		NS	NS		NS	NS	NS	Q*

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, Q: efeito significativo quadrático.

Os tratamentos com doses crescentes de nitrogênio apresentaram curva de regressão quadrática, como pode ser observado na Figura 7, ocorrendo aumento crescente no diâmetro de haste até a dose de 125% de N, e a dose acima propiciou tendência à redução no desenvolvimento do parâmetro em questão, do mesmo modo como observado com as avaliações do número de folhas.

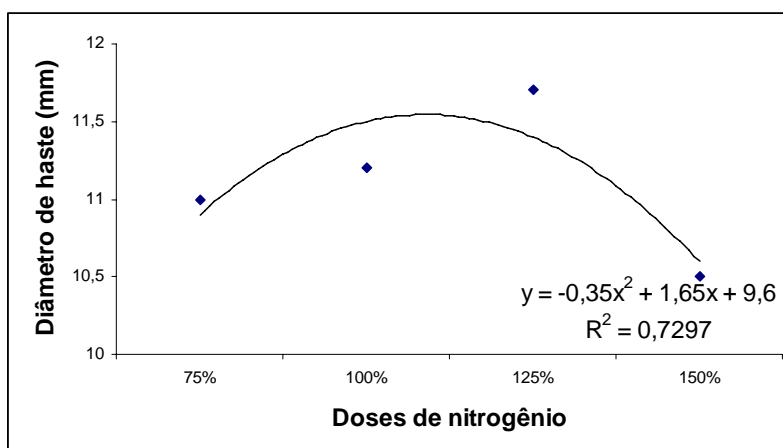


Figura 7. Diâmetro de haste de girassol ornamental, aos 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.1.4 Diâmetro de planta

Em relação ao diâmetro de planta (Tabela 11), notam-se diferenças estatísticas significativas a partir de 33 DAS.

Tabela 11. Diâmetro de planta de girassol ornamental, em cm, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	g L ⁻¹	-----cm-----		g L ⁻¹	-----cm-----			
75 %	0,026	8,2	18,0	1,245	24,0	28,0	30,0	33,2
100 %	0,035	8,0	17,2	1,660	23,5	27,2	31,0	33,2
125 %	0,043	8,0	18,0	2,075	25,2	28,5	31,7	35,2
150 %	0,052	8,5	18,2	2,490	25,2	29,7	32,7	34,7
F		0,311	0,553		0,138	4,669	8,951	4,669
Regressão		NS	NS		NS	L*	L**	L*

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade, L: efeito significativo linear.

Como pode ser observado na Figura 8, houve um comportamento linear dentre as doses de N, onde a maior dose apresentou o maior diâmetro de planta. Desta forma, é demonstrado que o aumento da dose influencia o desenvolvimento da área foliar e conseqüentemente o maior diâmetro da planta, já que o nitrogênio altera a taxa de alongação

e/ou divisão celular (GARCEZ NETO et al. 2002), assim contribuindo para o tamanho final das folhas.

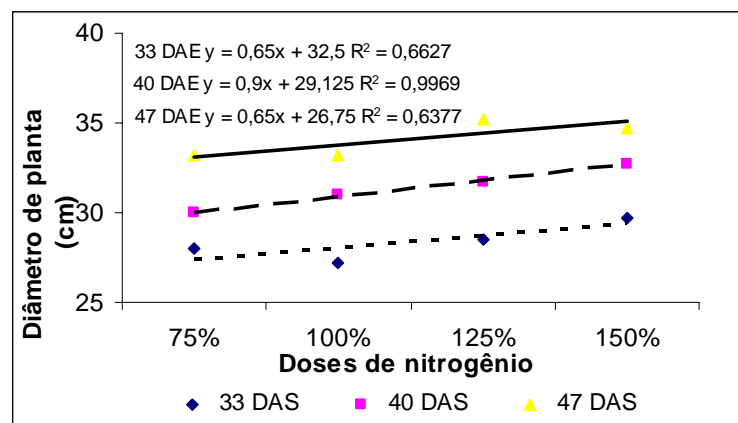


Figura 8. Diâmetro de planta de girassol ornamental, aos 33, 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.1.5 Intensidade de cor verde nas folhas

Avaliando-se a intensidade de cor verde nas folhas (Tabela 12) em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas, foram observadas diferenças significativas aos 40 e 47 DAS ($P < 0,01$), quando comparadas com as demais épocas, apresentando resposta linear crescente em relação às doses e épocas (Figura 9).

Tabela 12. Intensidade de cor verde em folhas de girassol ornamental, em SPAD, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	$g L^{-1}$	---SPAD---		$g L^{-1}$	-----SPAD-----			
75 %	0,026	34,2	39,5	1,245	44,0	47,7	49,5	46,5
100 %	0,035	35,2	39,5	1,660	45,5	48,5	51,0	46,7
125 %	0,043	34,0	39,0	2,075	44,7	49,7	52,2	48,7
150 %	0,052	34,5	38,5	2,490	44,0	48,0	53,2	50,2
F		0,100	0,100		2,035	2,512	12,559	14,111
Regressão		NS	NS		NS	NS	L**	L**

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, **: significância ao nível de 1% de probabilidade, L: efeito significativo linear.

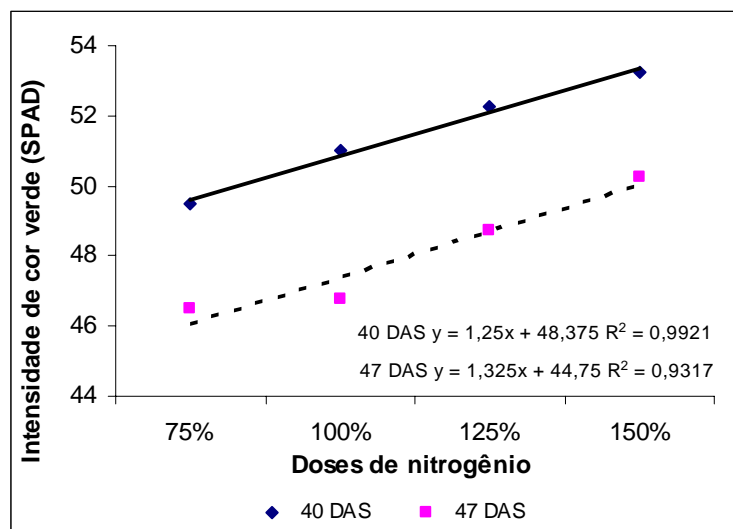


Figura 9. Intensidade de cor verde nas folhas de girassol ornamental, aos 40 e 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Com relação às épocas, aos 40 DAS, a intensidade de cor verde foi superior comparado aos 47 DAS, o que pode ser explicado por ocasião da planta translocar nutrientes das folhas para a desenvolvimento da inflorescência.

Argenta et al. (2001), estudando teores de clorofila e nitrogênio em milho, indicam que boa parte do N absorvido é provavelmente utilizada para produção de outras estruturas na planta e não para formação de clorofila.

4.1.6 Potencial hidrogeniônico

Na Tabela 13 são apresentados os dados relacionados ao potencial hidrogeniônico da solução lixiviada do substrato em função das soluções nutritivas, compostas por doses crescentes de nitrogênio em sua composição, sendo observadas diferenças estatísticas significativas aos 40 DAS ($P < 0,05$), apresentando curva de regressão quadrática para as doses de N fornecidas (Figura 10).

As doses de N intermediárias (100 e 125% de N) influenciaram em menores valores de pH (5,0), porém este valor não foi prejudicial ao desenvolvimento das

plantas, pois segundo Kampf (2000), em substratos com predominância de matéria orgânica, a faixa de pH recomendada é de 5,0 a 5,5.

Recomendações específicas para os valores adequados para o cultivo de plantas ornamentais podem variar de 4,4 até 6,8 (CAVINS et al., 2000). Para RODRIGUES (2002), a faixa ideal está entre 5,5 a 6,0. De acordo com esse autor, outro fator importante do manejo do pH em substratos é a disponibilidade de nutrientes, pois, conforme a composição de cada substrato, este interfere na disponibilidade de nutrientes.

Tabela 13. Potencial hidrogeniônico da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	g L ⁻¹			g L ⁻¹				
75 %	0,026	6,0	5,7	1,245	6,0	5,2	5,5	5,2
100 %	0,035	5,7	6,0	1,660	6,0	5,0	5,0	5,0
125 %	0,043	6,0	6,0	2,075	6,0	5,0	5,0	5,0
150 %	0,052	5,7	6,0	2,490	6,0	5,0	5,5	5,2
F		0,328	0,410		0,000	0,410	6,559	1,640
Regressão		NS	NS		NS	NS	Q*	NS

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, **: significância ao nível de 1% de probabilidade, Q: efeito significativo quadrático.

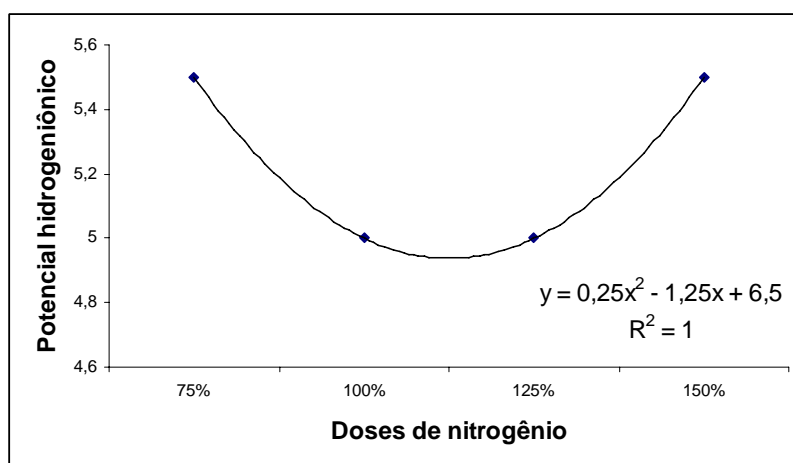


Figura 10. Potencial hidrogeniônico da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental, aos 40 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.1.7 Condutividade elétrica

Para a condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato em função das soluções nutritivas, compostas por doses crescentes de nitrogênio em sua composição (Tabela 14), foram observadas diferenças estatísticas significativas aos 40 DAS ($P < 0,05$), demonstrando na Figura 11, em função das doses de N aplicadas, resultara em curva de regressão linear.

Tabela 14. Condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental em dS m^{-1} , em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg.	DAS		Fase repr.	DAS			
		12	19		26	33	40	47
	g L^{-1}	--- dS m^{-1} ---		g L^{-1}	----- dS m^{-1} -----			
75 %	0,026	1,26	1,48	1,245	1,00	1,33	1,33	1,00
100 %	0,035	1,21	1,83	1,660	1,07	1,37	1,14	1,16
125 %	0,043	1,21	1,80	2,075	1,51	1,42	1,35	1,28
150 %	0,052	1,63	1,49	2,490	0,97	1,83	1,98	1,39
F		1,111	2,238		1,856	0,739	4,689	0,016
Regressão		NS	NS		NS	NS	L*	NS

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, L: efeito significativo linear.

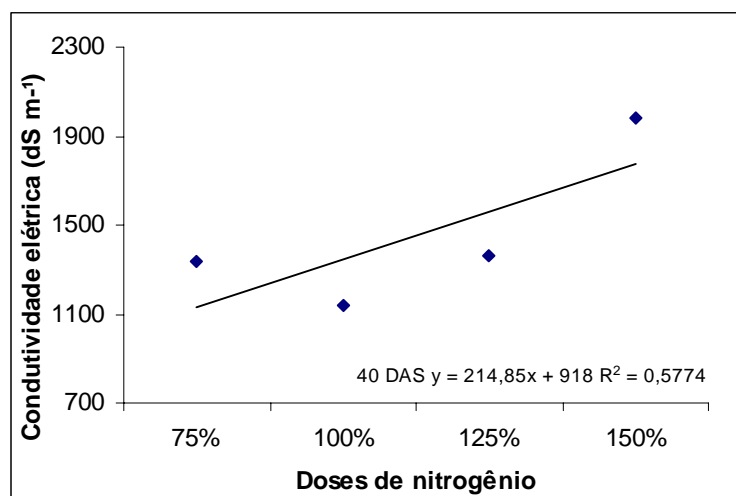


Figura 11. Condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato de girassol ornamental, aos 40 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Os valores encontrados são considerados baixos, na relação de condutividade elétrica avaliada pelo método Pour-Thru, onde CAVINS et al. (2000) descreve níveis de salinidade com base na leitura de condutividade elétrica (dS m^{-1}), que podem variar de muito baixo (0 a 1,0), baixo (1,0 a 2,6), normal (2,6 a 4,6), alto (4,6 a 6,5), muito alto (6,6 a 7,8) e a valores extremos ($>7,8$), nos quais a maioria das plantas podem sofrer injúrias.

4.1.8 Área foliar

Em função das doses crescentes de N foram observadas diferenças estatísticas significativas para área foliar (Tabela 15) aos 56 DAS ($P < 0,05$).

Tabela 15. Área foliar, em dm^2 , em função dos tratamentos e das épocas avaliadas (19, 33, 47 e 56 DAS). Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg g L^{-1}	DAS		DAS		
		19 dm^2	Fase repr g L^{-1}	33	47	56
75 %	0,026	0,83	1,245	3,45	9,09	10,52
100 %	0,035	0,94	1,660	4,09	8,88	10,81
125 %	0,043	0,74	2,075	4,08	8,92	12,61
150 %	0,052	0,88	2,490	4,17	11,24	12,54
F		0,001		0,140	3,011	5,823
Regressão		NS		NS	NS	L*

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, L: efeito significativo linear.

Na Figura 12 observa-se resposta linear para as doses de N aplicadas, demonstrando que doses superiores de N (125 e 150% de N) contribuíram positivamente para o desenvolvimento em área foliar ao longo do cultivo. Resultados semelhantes foram encontrados por Fagundes et al. 2007, onde observou que doses crescentes de N apresentaram aumento da área foliar. Watanabe (2007), avaliando o desenvolvimento de plantas de girassol, com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de daminozide, salientou que se deve registrar maior área foliar no período de florescimento pleno, característica relevante para a produção de fotoassimilados (BRUGINSKI, 2004), que possibilita o melhor desenvolvimento das flores, fator este preponderante na floricultura.

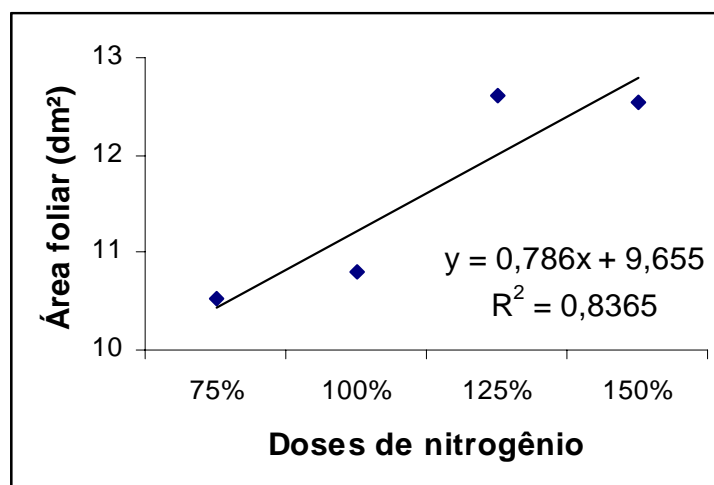


Figura 12. Área foliar de girassol ornamental, aos 56 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.1.9 Massa seca total

Os dados relativos à massa seca total apresentada na Tabela 16 demonstraram que o acúmulo de massa seca no girassol ornamental em função de doses de nitrogênio foi baixo nas primeiras épocas avaliadas (19 e 33 DAS) observando diferenças estatísticas significativas aos 47 DAS ($P < 0,05$), que apresentou resposta linear em função das doses crescentes de N aplicadas (Figura 13). Doses crescentes de N (100, 125 e 150%) proporcionaram maior massa seca.

Carelli et al (1996), estudando girassol envasado com doses crescentes de nitrato 3,75; 7,5; 15 e 30 mM, concluíram que plantas com menores níveis de nitrato (3,75; 7,5 mM) não apresentaram bom desenvolvimento, mostrando inclusive sinais de clorose. À medida que a concentração de nitrato aumentou até 22,1 mM, verificou-se o aumento da massa seca total da planta, que decresceu acima dessa concentração, assim como a área foliar, a altura de planta e o número de folhas. O N favorece o crescimento vegetativo proporcionando aumento na produção de massa seca (SCHEFFER, 1992).

Tabela 16. Massa seca total de girassol ornamental (g planta^{-1}) em função dos tratamentos e das épocas avaliadas (19, 33, 47 e 56 DAS). Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Fase veg g L^{-1}	Fase repr		DAS		
		DAS 19 g planta^{-1}	DAS 33 g L^{-1}	DAS 47 g planta^{-1}	DAS 56 g planta^{-1}	
75 %	0,026	5,47	1,245	5,96	7,35	16,71
100 %	0,035	5,52	1,660	5,49	9,69	15,70
125 %	0,043	5,38	2,075	6,30	8,65	17,52
150 %	0,052	5,42	2,490	6,55	9,69	16,73
F		0,000		0,048	4,194	0,029
Regressão		NS		NS	L*	NS

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, L: efeito significativo linear.

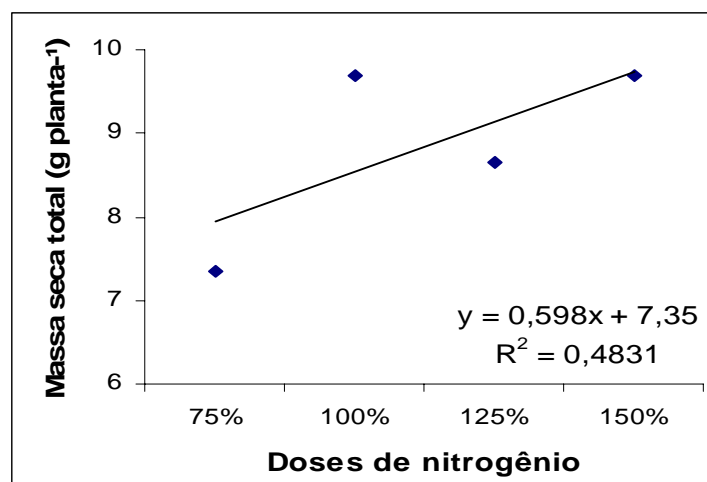


Figura 13. Massa seca total de girassol ornamental 47 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

O nitrogênio é considerado elemento essencial para as plantas, e está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas. (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000). Ele é constituinte de todos os aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, poliaminas, hormônios vegetais e vários outros tipos de entidades metabólicas (EPSTEIN, 2004), onde as doses crescentes de N aplicadas influenciaram positivamente no desenvolvimento dos parâmetros de área foliar e massa seca total das plantas de girassol ornamental.

4.1.10 Índices fisiológicos

4.1.10.1 Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) estimula a eficiência da planta em acumular massa da matéria seca. A TCR (Figura 14) apresentou curvas com declínio no desenvolvimento inicial das plantas, para os tratamentos com 75 e 125% de N, comparadas as doses 150 e 100% de N onde as curvas mantiveram levemente crescentes, até os 33 DAS. Posteriormente, doses de 100 e 150 % de N obtiveram menor desenvolvimento, e 75% de N apresentou maior crescimento.

Por decorrência da aplicação do regulador de crescimento, houve estabilização no desenvolvimento inicial, até os 33 DAS, que fez com que a planta apresentasse baixa a TCR.

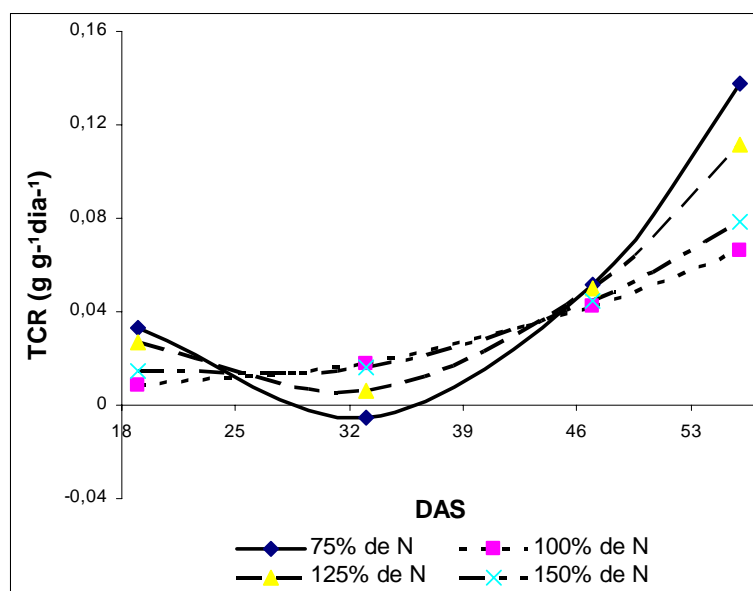


Figura 14. Taxa de crescimento relativo de plantas de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

O rápido acúmulo de material seguido de um menor incremento tem sustentação em observações de Benincasa (2004) e pode ser explicado pelo aumento da

competição intraespecífica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento (GAVA et al., 2001). Portanto, o declínio da TCR é esperado, conforme a planta vai atingindo a maturidade já que com o aumento da massa da matéria seca acumulada pelas plantas, ocorre aumento da necessidade de fotoassimilados para manutenção das estruturas já formadas, o que diminui a quantidade de fotoassimilados disponível para o crescimento.

4.1.10.2 Taxa assimilatória líquida

A taxa assimilatória líquida (TAL) reflete a dimensão do sistema fotossintético que é envolvido na produção de massa da matéria seca. O desenvolvimento da curva de TAL (Figura 15) responde de forma semelhante à TCR, tendo baixo desenvolvimento até os 33 DAS e incremento crescente posteriormente. As menores taxas encontradas para as doses de 100 e 150% de N ao final das avaliações, possivelmente, possa ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento que aumenta com a idade da planta.

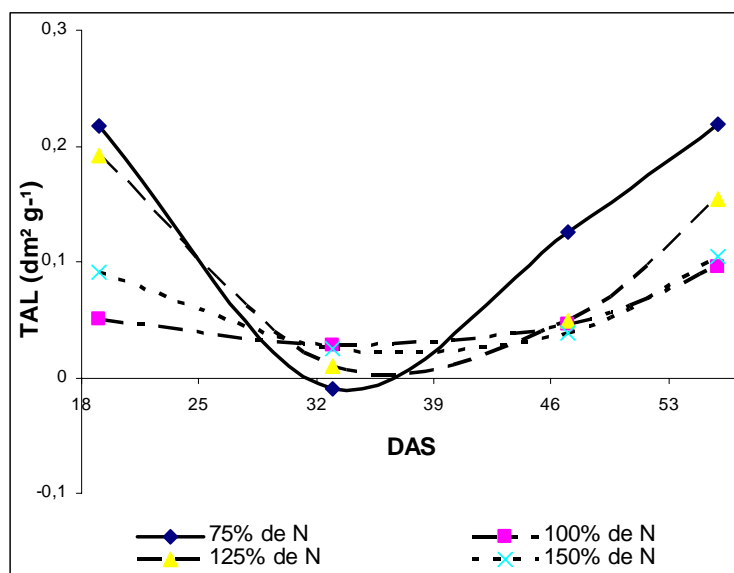


Figura 15. Taxa assimilatória líquida de plantas de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Segundo Milthorpe & Moorby (1974), a TAL comumente diminui com a idade das plantas devido ao sombreamento das folhas inferiores. Essa afirmativa

encontra apoio nos registros de Valmorbidia (2003) que atribuiu à diminuição da TAL em *Mentha piperita* L., cultivada com diferentes níveis de potássio, ao aumento da área foliar, responsável pelo maior sombreamento das folhas inferiores. O aumento da taxa assimilatória líquida nas plantas tratadas com 75% de N pode ter sido ocasionada pela produção de folhas menores e isso, pode ter impedido o auto-sombreamento, proporcionando alta assimilação de CO₂ durante o ciclo da planta.

4.1.10.3 Razão de área foliar

A razão de área foliar de plantas de girassol ornamental submetidas ao tratamento com doses de nitrogênio pode ser observada na Figura 16. Nota-se tendência ao crescimento no início do desenvolvimento das plantas até os 33 DAS para a dose de 75% de N e 47 DAS para os demais tratamentos, havendo posteriormente o decréscimo da curva.

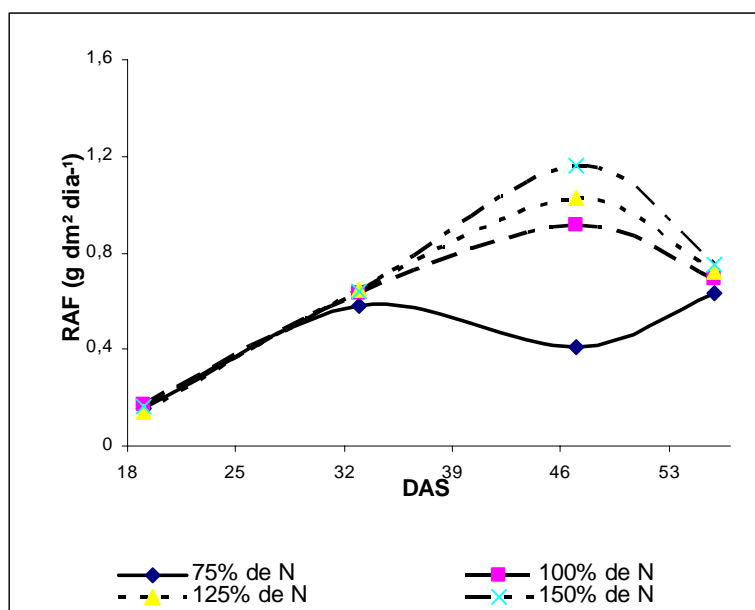


Figura 16. Razão de área foliar de plantas de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio e épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Esse decréscimo coincide com os resultados de literatura que referem RAF elevada no início do ciclo vegetativo, decrescendo posteriormente, com a maturação da

planta (POVH, 2004). Observa-se que doses maiores de N aplicadas (125 e 150%), apresentaram valores superiores à menor dose de N (75%), indicando maior eficiência fotossintética dos mesmos. O aumento dos índices da área foliar e da massa da matéria seca favorece as trocas gasosas, devido à maior interceptação e fixação de energia luminosa por unidade de área foliar (BERGAMASCHI et al., 1988).

4.1.11 Teor e acúmulo de nitrogênio

4.1.11.1 Nitrogênio total na folha sadia

Na Tabela 17 são apresentados os dados relativos ao teor e acúmulo de N nas folhas sadias de girassol ornamental, em função de doses crescentes de nitrogênio e das épocas avaliadas. Observou-se que com a aplicação de doses crescentes de N, houve aumento do teor de nitrogênio nos tecidos avaliados, proporcionando resultados estatísticos significativos aos 47 e 56 DAS ($P < 0,01$). Para o acúmulo de N nas folhas sadias, ocorreram efeitos estatísticos significativos para todas as épocas avaliadas.

Tabela 17. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N na folha sadia de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	DAS							
	19	33	47	56	19	33	47	56
	-----g kg^{-1} -----				-----g planta^{-1} -----			
75 %	27	26	22	31	0,08	0,07	0,06	0,09
100 %	28	25	24	37	0,10	0,10	0,09	0,15
125 %	27	27	26	40	0,12	0,14	0,12	0,24
150 %	27	27	38	44	0,15	0,12	0,24	0,24
F	0,088	0,049	8,753	28,715	7,221	4,155	4,199	32,413
Regressão	NS	NS	Q**	L**	L*	L*	Q*	L**

Doses de N na fase vegetativa: 75%: 0,026 g L^{-1} , 100%: 0,035 g L^{-1} , 125%: 0,043 g L^{-1} , 150%: 0,052 g L^{-1} . Doses de N na fase reprodutiva: 75%: 1,245 g L^{-1} , 100%: 1,660 g L^{-1} , 125%: 2,075 g L^{-1} , 150%: 2,490 g L^{-1} . NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, **: significância ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente, L e Q: efeito significativo linear e quadrático respectivamente.

O teor de N em plantas de girassol ornamental comerciável (Tabela 37), adquiridas com o produtor, foi de 25 g kg^{-1} de N nas folhas saudas, valor este inferior a todas as doses de N aplicadas, com plantas analisadas no ponto de comercialização. O acúmulo de N nas plantas do produtor continha $0,16 \text{ g planta}^{-1}$ de N, valor superior aos tratamentos com 75 e 100% de N e inferior a 125 e 150% N. Deste modo, é possível salientar que maiores níveis de N aplicados em plantas de girassol ornamental corroboram para a manutenção do N nos tecidos, e não promover a senescência precoce das folhas saudas, podendo contribuir para maior durabilidade das plantas de girassol ornamental após a comercialização.

Aos 47 DAS (Figura 17 A) observou-se que as doses de N resultaram em curva de regressão quadrática, demonstrando que as folhas saudas com maiores níveis de N aplicados obtiveram maiores teores de N, do mesmo modo para 56 DAS (Figura 17 B) que resultou em regressão linear com a aplicação das doses crescentes de nitrogênio, manejadas durante o período da condução do experimento.

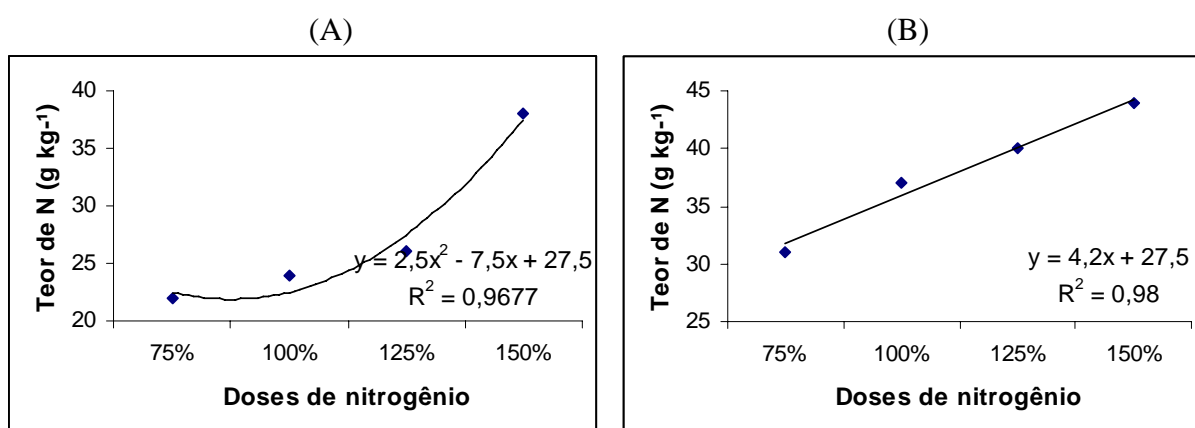


Figura 17. Teor de nitrogênio na folha sadia de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Na Figura 18 são apresentados os resultados estatísticos significativos quanto ao acúmulo de nitrogênio nas folhas saudas (Figura 18). Durante todo o período de avaliação do girassol ornamental, as doses de N aplicadas influenciaram positivamente o acúmulo de N nos tecidos, resultando em regressão linear aos 19 (Figura 18-A), 33 (Figura 18-B) e 56 DAS (Figura 18-D), enquanto que aos 47 DAS (Figura 18-C), as doses de N aplicadas

resultaram em curva de regressão quadrática. Nas folhas sadias, observou-se que a aplicação de doses crescentes de N favoreceu o acúmulo de nitrogênio nos tecidos analisados.

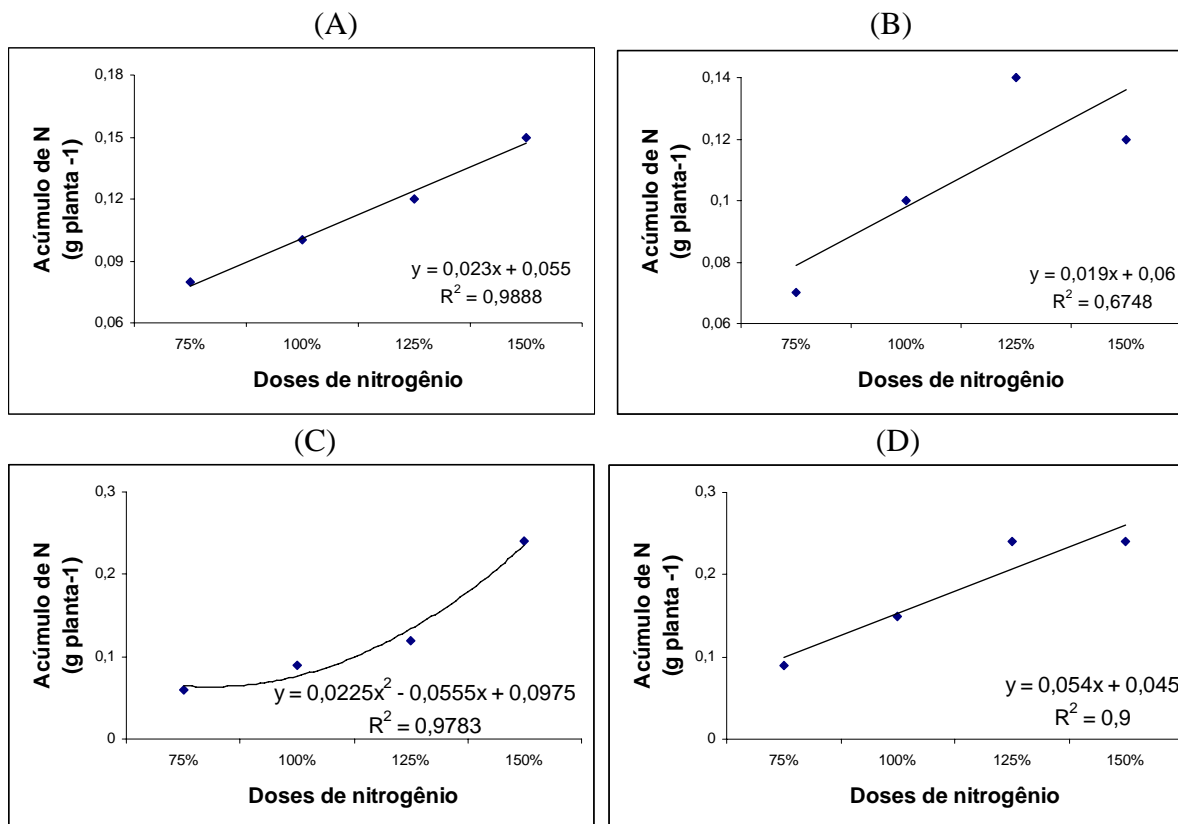


Figura 18. Acúmulo de nitrogênio na folha sadia de girassol ornamental aos 19 (A), 33 (B), 47 (C) e 56 DAS (D), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

4.1.11.2 Nitrogênio total na haste

Para os dados relacionados ao teor de nitrogênio total na haste (Tabela 18), observou-se diferença estatística significativa aos 47 ($P < 0,05$) e 56 DAS ($P < 0,01$). Nestas

mesmas épocas de avaliação, observou-se diferença estatística significativa para o acúmulo de N no tecido analisado ($P < 0,01$). Em análise realizada com o girassol ornamental oriundo de produção comercial (Tabela 37), o teor de N na haste foi correspondente a 8 g kg^{-1} , valor este superado pela maior parte das doses nas épocas avaliadas neste estudo. Já o acúmulo de N, apresentou o valor de $0,06 \text{ g planta}^{-1}$, valor este superior aos encontrados nesta pesquisa, o que corresponde a existência de maior massa de material seco utilizado na base de cálculo para este parâmetro.

Tabela 18. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N na haste de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	DAS					
	33	47	56	33	47	56
	-----g kg^{-1} -----			-----g planta^{-1} -----		
75 %	12	8	9	0,02	0,01	0,03
100 %	10	10	12	0,02	0,02	0,03
125 %	11	11	13	0,02	0,02	0,04
150 %	12	19	17	0,02	0,03	0,04
F	1,793	6,185	16,515	1,052	13,702	11,495
Regressão	NS	Q*	L**	NS	L**	L**

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$.
 Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$.
 NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, * e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, L e Q: efeito significativo linear e quadrático, respectivamente.

Os ajustes de regressão referentes aos teores de N nas hastes de girassol ornamental são apresentados na Figura 19. Observou-se que as doses de N aplicadas ao longo do cultivo favoreceram o aumento do teor de N no tecido. Estes dados se assemelham com os encontrados por Moreira et al. (2005) que, trabalhando com doses crescentes de N observaram que os teores de N na parte aérea da calêndula aumentaram linearmente com as doses de N a partir de $6,87 \text{ mg vaso}^{-1}$, indicando que a adição de maiores doses de N implica em maior absorção do elemento pelas plantas.

Mattos (1996) afirmou que a adubação nitrogenada é importante para incrementar o desenvolvimento da planta, sendo a sua deficiência caracterizada por redução no crescimento e no tamanho das folhas. Em consequência disto há menor produção de massa seca, evidenciando o menor teor e acúmulo de nitrogênio nos tecidos vegetais. Durante a

condução deste estudo, observou-se que a distribuição dos tratamentos com doses crescentes de N contribuiu com o maior teor e acúmulo deste elemento nos tecidos analisados, resultando no bom desenvolvimento das plantas de girassol ornamental.

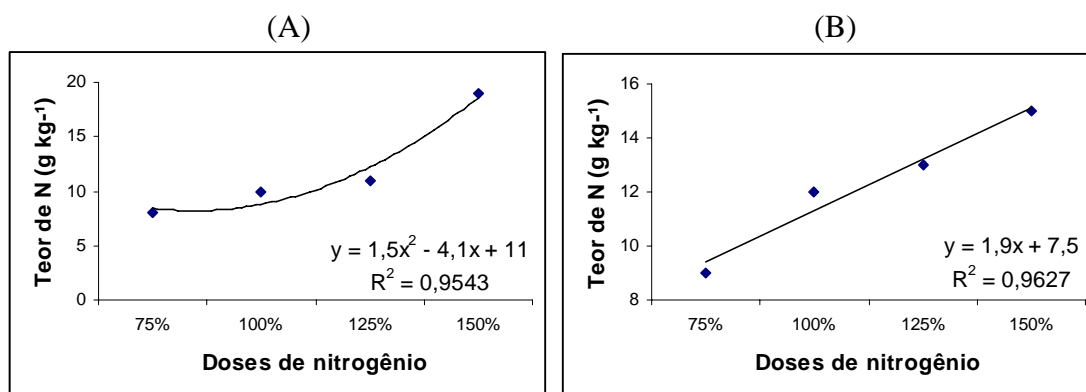


Figura 19. Teor de nitrogênio na haste de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

O acúmulo de N na haste de girassol ornamental (Figura 20) apresenta maior incremento aos 47 e 56 DAS, com regressão linear, em função das doses crescentes de nitrogênio aplicadas.

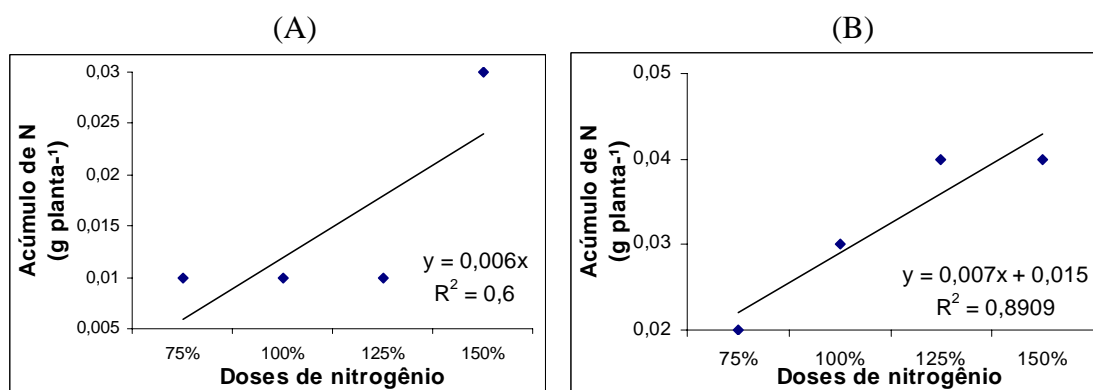


Figura 20. Acúmulo de N na haste de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.1.11.3 Nitrogênio total nas folhas senescentes

Neste estudo, foram consideradas folhas senescentes todas as folhas que apresentaram amarelecimento, que são designados pelos sintomas iniciais da senescência das folhas mais velhas, que coincidiu com a ocorrência do fenômeno da gutação, também nas folhas mais velhas, onde a solução nutritiva presente no substrato foi translocado por pressão de raiz para a borda das folhas, resultando na formação de cristais de sais, que com o tempo ocasionavam a secagem das bordas pela perda de turgescência (Figura 21).

A gutação é o fenômeno que as plantas desenvolvem com a pressão de raiz, que produzem gotículas líquidas nas margens das folhas, onde a pressão positiva no xilema provoca exsudação da seiva do xilema pelos hidatódios associados às terminações de nervuras na margem das folhas, também relacionado ao suprimento da transpiração e alta umidade relativa (TAIZ & ZEIGER, 2006).

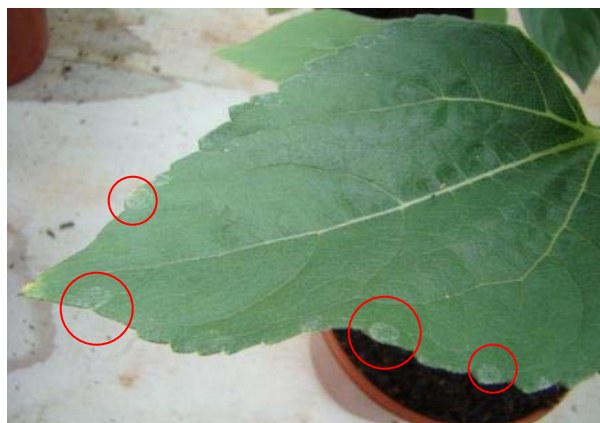


Figura 21. Presença de cristais de sais na folha de girassol ornamental. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Na Tabela 19 são apresentados os dados relacionados ao teor e acúmulo de N na folha senescente. As folhas senescentes surgiram com o decorrer do desenvolvimento da planta. A remobilização do nitrogênio na planta inicia com o processo de formação das flores e leva a senescência das folhas basais, caracterizada visualmente pelo amarelecimento dessas, seguida de morte (CRAFTS-BRANDER et al., 1998).

Houve efeito significativo das doses de N aplicadas para o teor de N nas folhas senescentes em ambos os períodos avaliados, obtendo regressão quadrática ($P < 0,05$) aos 47 DAS e linear ($P < 0,05$) aos 56 DAS. O acúmulo de N na folha senescente resultou em regressão linear ($P < 0,05$) aos 56 DAS. Os dados obtidos em análise química realizadas em folhas senescentes de plantas de girassol ornamental oriundas de cultivo comercial apresentaram teor e acúmulo de 15 g kg^{-1} e $0,05 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. Os teores de N observados neste experimento aos 56 DAS, são superiores aos dados observados na análise de plantas do produtor comercial. Já o acúmulo de N na folha senescente neste estudo, foi maior apenas para a dose de 150% de N aos 56 DAS.

Tabela 19. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N na folha senescente de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	DAS			
	47	56	47	56
	----- g kg^{-1} -----		--- g planta^{-1} ---	
75 %	11	18	0,006	0,01
100 %	13	23	0,005	0,04
125 %	12	22	0,004	0,03
150 %	24	27	0,017	0,06
F	6,398	8,392	0,406	8,302
Regressão	Q*	L*	NS	L*

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, L e Q: efeito significativo linear e quadrático respectivamente.

Observam-se na Figura 22, os valores estatísticos significativos do teor de N na folha senescente. Aos 47 DAS, houve incremento com as doses de N aplicadas, obtendo curva de regressão quadrática positiva, onde a dose de 150% de N apresentou valor superior às demais. Aos 56 DAS, as doses crescentes de N favoreceram incremento linear do teor de N no tecido avaliado.

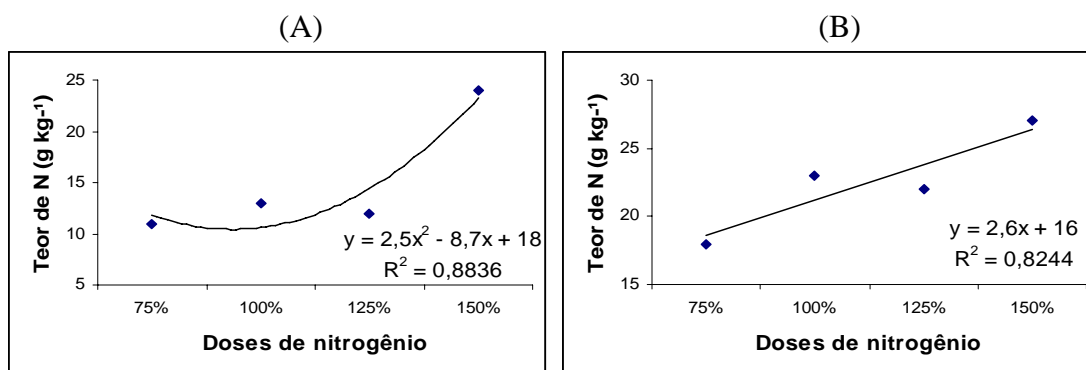


Figura 22. Teor de nitrogênio na folha senescente de girassol ornamental aos 47 (A) e 56 DAS (B), em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Observa-se na Figura 23, que houve ajuste de regressão linear para o acúmulo de N nas folhas senescentes aos 56 DAS, a qual aumentou em função das doses crescentes de nitrogênio.

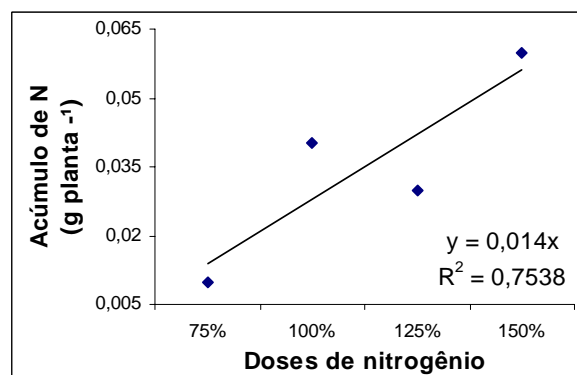


Figura 23. Acúmulo de nitrogênio na folha senescente de girassol ornamental aos 56 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.1.11.4 Nitrogênio total na inflorescência

Para o teor de N na inflorescência (Tabela 20) houve diferença significativa com as doses de N aplicadas ($P < 0,01$) aos 56 DAS. O acúmulo de N no tecido vegetal analisado não apresentou diferenças significativas. Nota-se que os valores das médias para os botões florais, aos 47 DAS são superiores aos obtidos aos 56 DAS, designando fonte

de energia para a abertura da inflorescência. Observou-se que as doses de N aos 56 DAS aumentou o teor de N nos tecidos, ocorrendo ajuste de regressão linear (Figura 24).

Tabela 20. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de N no botão floral e inflorescência de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	DAS			
	47	56	47	56
	----- g kg^{-1} -----		---- g planta^{-1} ----	
75 %	32	21	0,02	0,14
100 %	32	25	0,07	0,16
125 %	34	27	0,06	0,18
150 %	36	29	0,04	0,18
F	0,414	11,276	2,976	0,068
Regressão	NS	L**	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** significância ao nível de 1% de probabilidade, L: efeito significativo linear.

O teor e acúmulo nas inflorescências de girassol ornamental do produtor comercial atingiram os valores de 27 g kg^{-1} e $0,33 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. Nesta pesquisa, os resultados de teor de N na inflorescência apresentados aos 56 DAS, foi semelhante para a dose de 125% e superior para 150% de N. Já os valores do acúmulo não alcançaram a média de acúmulo de N da inflorescência do produtor, possivelmente por esta apresentarem-se passadas do ponto de comercialização, possuindo maior massa seca, decorrente ao acúmulo de reservas para formação de aquênios.

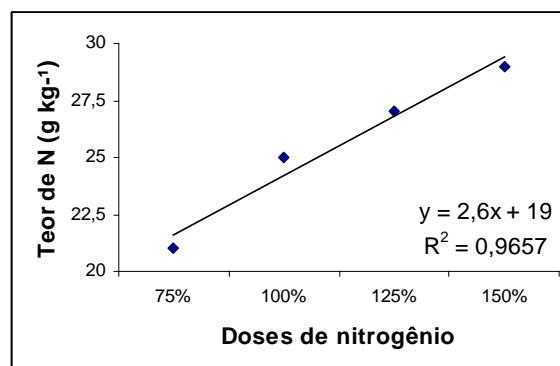


Figura 24. Teor de nitrogênio na inflorescência de girassol ornamental aos 56 DAS, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2 Avaliações no ponto de comercialização

4.2.1 Ponto de comercialização, diâmetro do capítulo e do disco

As variáveis fenológicas avaliadas quanto ao ciclo do desenvolvimento atingido o ponto de comercialização e as avaliações de abertura de inflorescência realizadas quanto ao diâmetro do capítulo e do disco são apresentados na Tabela 21, as quais não apresentaram resultados significativos.

Tabela 21. Ponto de comercialização (PC) em dias após semeadura (DAS), diâmetro do capítulo e do disco da inflorescência de girassol ornamental (cm) em função dos tratamentos. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Ponto de comercialização	Diâmetro do capítulo	Diâmetro do disco
	----DAS----	-----cm-----	
75 %	57,25	13,56	6,93
100 %	56,00	13,06	6,93
125 %	57,56	13,18	6,93
150 %	57,06	13,18	7,00
F	1,533	0,064	1,643
Regressão	NS	NS	NS

NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade.

Fagundes et al., (2007) trabalhando com fontes e doses de nitrogênio em girassol ornamental de vaso observou que o baixo fornecimento de nitrogênio em tratamentos sem suplementação de N, retardou a abertura das flores do capítulo, critério este utilizado para se definir o ponto de venda. A suplementação de nitrogênio acelerou a abertura das flores do capítulo, resultando em ganho de precocidade para comercialização das plantas, correspondendo de dois a cinco dias do calendário civil.

4.2.2 Teor e acúmulo de macronutrientes

4.2.2.1 N-amônio

O teor de amônio avaliado no ponto de comercialização do girassol ornamental, em função de doses de N apresentou diferenças significativas para folha sadia, haste ($P < 0,01$) e folha senescente ($P < 0,05$). O acúmulo desta forma de N resultou em efeito estatístico significativo apenas para folha senescente ($P < 0,05$) nos tecidos vegetais avaliados (Tabela 22).

Tabela 22. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de NH_4^+ na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de NH_4^+ no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	----- g kg^{-1} -----				----- mg planta^{-1} -----			
75 %	0,20	0,31	0,20	0,29	1,17	0,19	0,68	2,07
100 %	0,21	0,25	0,29	0,37	0,99	0,47	0,82	2,29
125 %	0,26	0,26	0,30	0,36	1,66	0,37	0,96	2,48
150 %	0,26	0,30	0,34	0,34	1,52	0,67	0,96	2,18
F	14,701	4,933	10,566	1,259	0,018	5,005	0,251	0,743
Regressão	L**	Q*	L**	NS	NS	L*	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, * e **: significância ao nível de 5 e 1 % de probabilidade respectivamente, L: efeito significativo linear.

Na Figura 25 são apresentados os ajustes de regressão observados para o teor de amônio para a folha sadia (Figura 25 – A) e haste (Figura 25 – C) de girassol ornamental em função de diferentes doses de N, que com aumento do teor de amônio às plantas, resultou em ajuste de regressão linear. Os tratamentos com as maiores doses de N (125 e 150% de N) proporcionaram maior teor desta forma de N nas folhas sadias e hastes. Para as folhas senescentes de girassol ornamental (Figura 25 – B) em função de diferentes doses de N, ocorreram menores teores amônio às plantas, com as doses de 100 e 125% de N, resultando em ajuste de regressão quadrática.

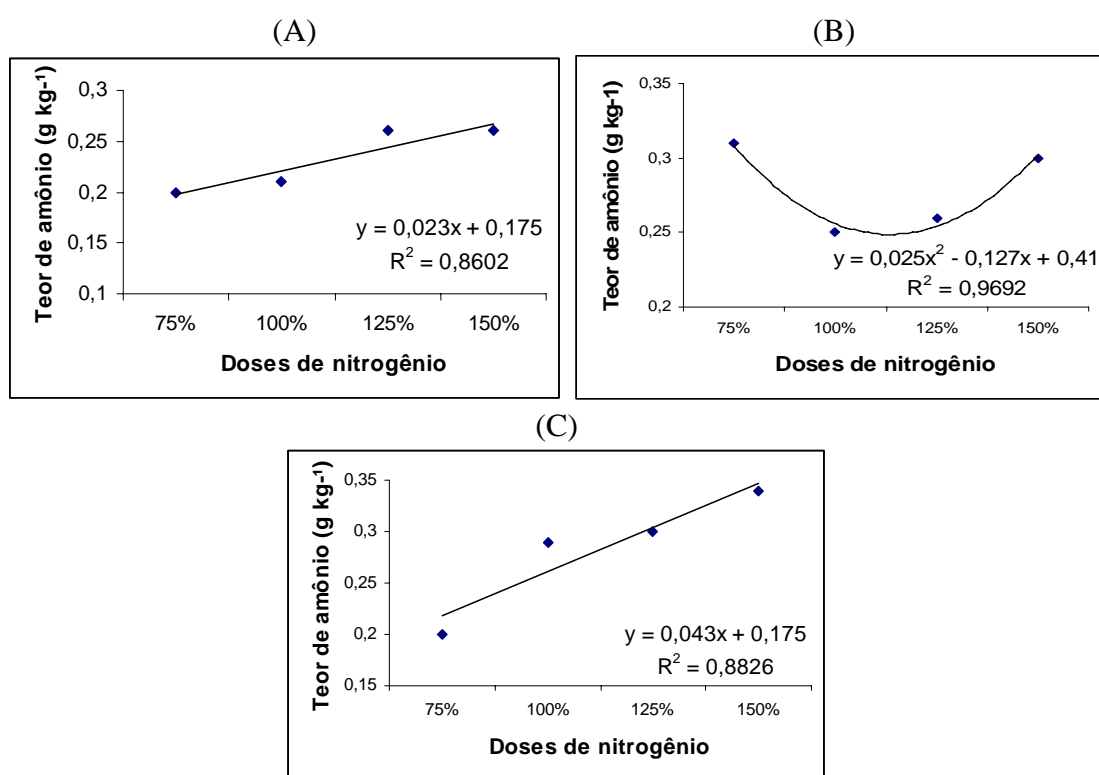


Figura 25. Teor de amônio nas folhas sadias (A), folhas senescentes (B) e hastes (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

As formas preferenciais de absorção de N pelas plantas são o amônio e nitrato, com a mesma eficiência, de acordo com a proporção que estes se encontram disponíveis para as plantas (TEDESCO, 1995). Para fazer parte de aminoácidos, o N deve estar na forma amoniacal. O nitrato absorvido deverá ser reduzido a amônio, reação esta

catalizada pela enzima *nitrato redutase* nas células da raiz, tendo as células de outros tecidos também esta capacidade.

O resultado estatístico significativo quanto ao acúmulo de amônio nas folhas senescentes são apresentados na Figura 26, resultando na formação de curva de regressão linear com o aumento de fornecimento de N.

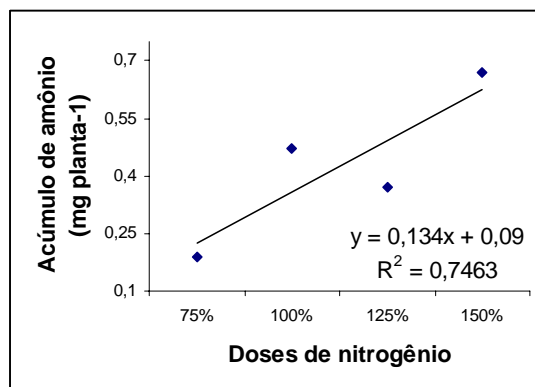


Figura 26. Acúmulo de amônio nas folhas senescentes de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Observou-se que há uma tendência ao maior teor e acúmulo de amônio nas inflorescências devido à remobilização de grande parte do nitrogênio integrante dos tecidos vegetativos, que são transferidos para as partes reprodutivas em desenvolvimento. Assim, é provável que parte do substrato utilizado para o crescimento das inflorescências tenha sido originada a partir da remobilização de reservas de outras partes das plantas, como hastes e folhas.

4.2.2.2 N-nitrato

Observou-se na Tabela 23 que houve efeitos significativos em função das doses de N para o teor de nitrato nas folhas sadias, senescentes ($P < 0,01$) e hastes ($P < 0,05$), e acúmulo de nitrato nas folhas sadias, hastes ($P < 0,01$) e senescentes ($P < 0,05$) de girassol ornamental.

Tendências ao aumento do teor de nitrato nos tecidos que apresentaram resultados significativos das médias com as doses crescentes de nitrogênio, são apresentadas na Figura 27, onde se observa que para folhas sadias (Figura 27 – A) e senescentes (Figura 27 – B) de girassol ornamental, houve ajuste de regressão linear para as doses, ocorrendo maior teor nos tecidos em função do aumento da dose de N fornecida ao girassol ornamental. Já para as hastes (Figura 27 – C), houve ajuste de regressão quadrática, ocorrendo incremento do teor de nitrato em função das doses crescentes de N.

Tabela 23. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de NO_3^- na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de NO_3^- no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	----- g kg^{-1} -----				----- mg planta^{-1} -----			
75 %	0,33	0,27	0,35	0,35	1,95	0,17	1,14	2,53
100 %	0,41	0,39	0,33	0,34	1,92	0,72	0,92	2,10
125 %	0,71	0,82	0,66	0,38	4,55	1,21	2,02	2,63
150 %	1,03	1,03	1,32	0,40	5,52	2,41	3,40	2,55
F	60,167	23,301	7,910	0,106	17,801	8,554	31,830	0,243
Regressão	L**	L**	Q*	NS	L**	L*	Q**	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: 0,026 g L^{-1} , 100%: 0,035 g L^{-1} , 125%: 0,043 g L^{-1} , 150%: 0,052 g L^{-1} . Doses de N na fase reprodutiva: 75%: 1,245 g L^{-1} , 100%: 1,660 g L^{-1} , 125%: 2,075 g L^{-1} , 150%: 2,490 g L^{-1} . NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, **: significância ao nível de 1% de probabilidade, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Em muitas plantas, quando as raízes recebem pequenas quantidades de nitrato, ele é reduzido principalmente nestes órgãos, a medida que o suprimento de nitrato aumenta, uma proporção maior do nitrato absorvido é translocado para as partes aéreas, onde será assimilado (MARSCHNER, 1995).

Sob as concentrações elevadas no solo, que ocorrem após a fertilização, a absorção do amônio e do nitrato pelas raízes pode exceder a capacidade de uma planta em assimilar esses íons, levando ao seu acúmulo nos tecidos vegetais. (TAIZ & ZEIGER, 2006).

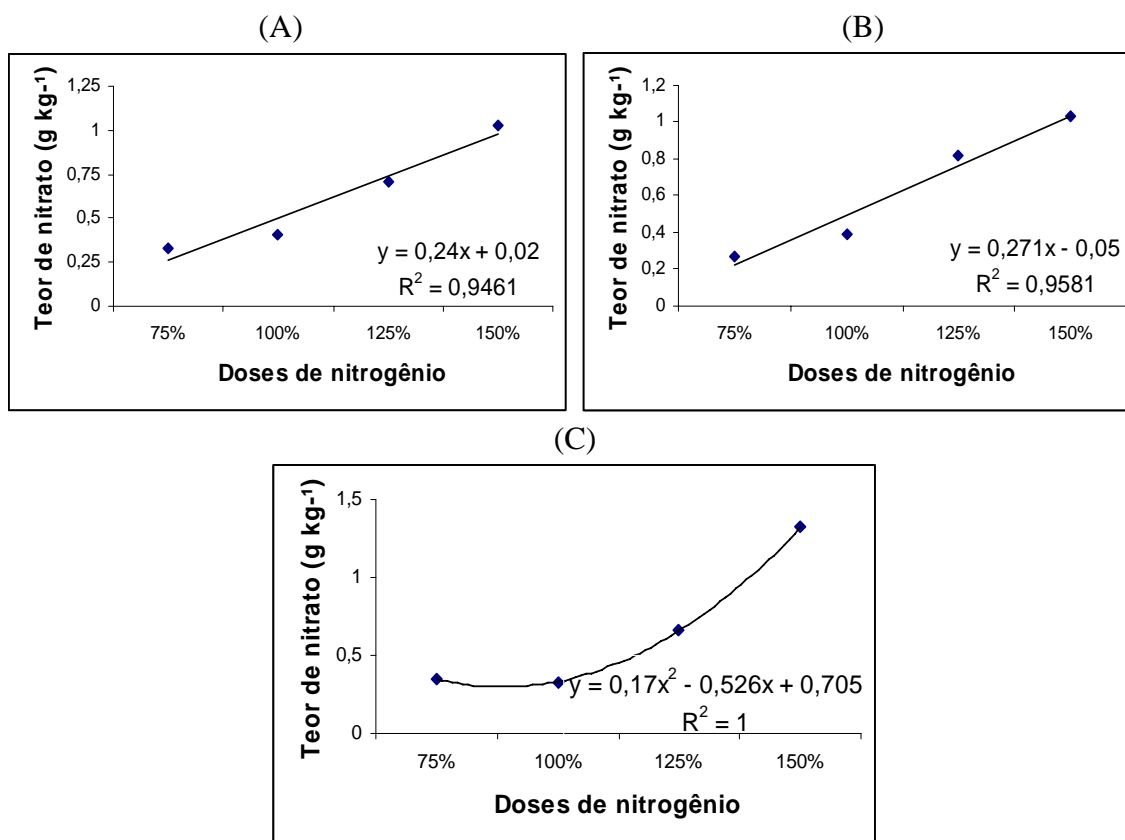


Figura 27. Teor de nitrato nas folhas sadias (A), folhas senescentes (B) e hastes (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

O acúmulo de nitrato nos tecidos que apresentaram resultados significativos das médias com as doses crescentes de nitrogênio, é apresentada na Figura 28, demonstrando que houve ajuste de regressão linear com as doses de nitrogênio para folhas sadias (Figura 28 – A) e senescentes (Figura 28 – B). O acúmulo de nitrato nas hastes (Figura 28 – C) apresentou regressão quadrática com o aumento das doses de N, ocorrendo maior acúmulo nos tecidos em função do aumento da dose de N fornecida ao girassol ornamental. O fornecimento de doses crescentes de N possibilitou maior absorção de N pelas plantas.

Ocorreram maior teor e acúmulo de nitrato nas folhas sadias, o que é justificado pela planta absorver esta forma de N e translocar entre os tecidos até as folhas sadias, onde a enzima *nitrato redutase* transforma nitrato em amônio (BEEVERS & HAGEMAN, 1969).

Dentre os valores das médias apresentadas quanto ao teor e acúmulo de nitrato e amônio, evidenciou-se que a forma de N presente em maior quantidade na planta foi o nitrato.

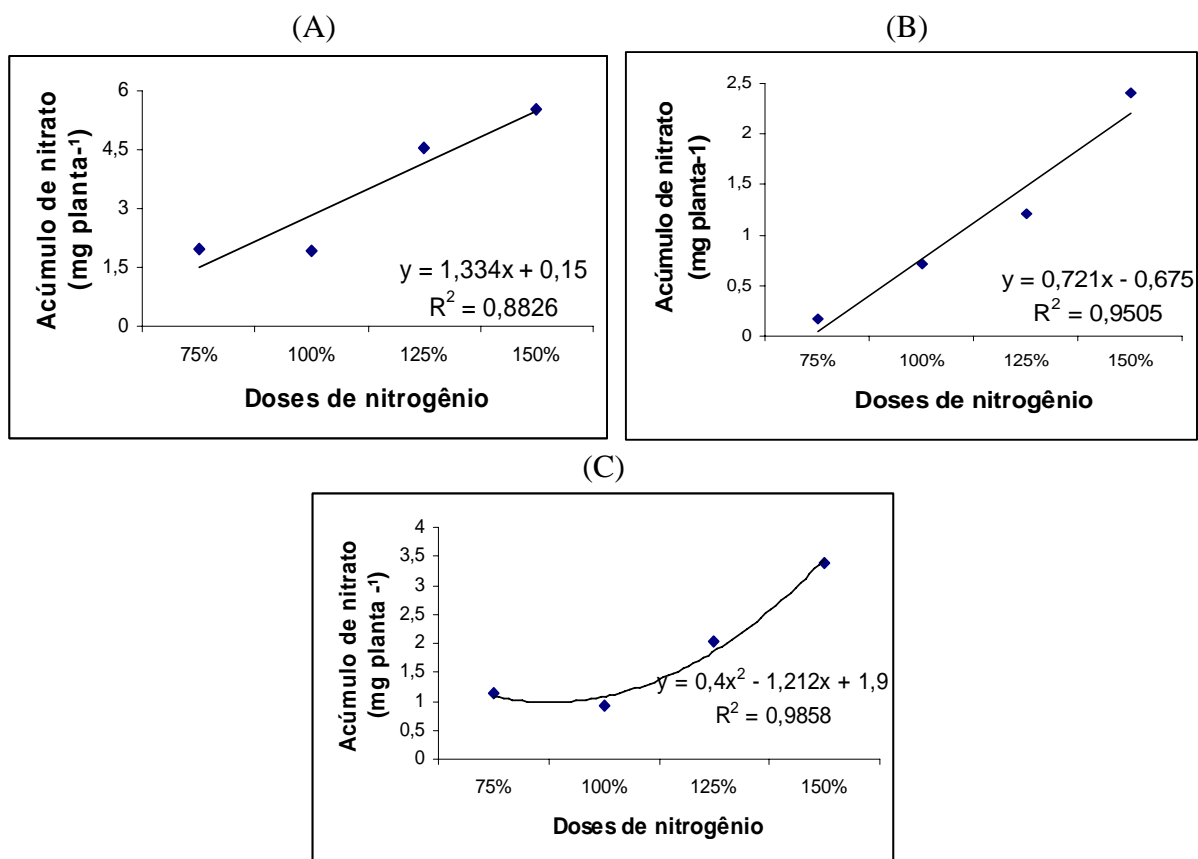


Figura 28. Acúmulo de nitrato nas folhas sadias (A), senescentes (B) e hastes (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.2.3 Fósforo

Para o teor de fósforo apresentados na Tabela 24, a análise de regressão revelou efeito significativo para as doses de N aplicadas na folha sadia ($P < 0,01$) e haste ($P < 0,05$) de girassol ornamental, não havendo efeito significativo para os demais tecidos analisados. O acúmulo de P foi significativo para folhas sadias e senescentes ($P < 0,05$).

Tabela 24. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de P na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de P no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	-----g kg^{-1} -----				-----g planta^{-1} -----			
75 %	10,5	12,0	5,7	5,7	0,030	0,007	0,014	0,041
100 %	13,7	14,0	6,7	6,7	0,056	0,025	0,015	0,042
125 %	13,2	15,0	6,7	5,5	0,078	0,021	0,011	0,036
150 %	12,7	15,0	8,0	6,7	0,071	0,033	0,021	0,042
F	18,243	4,250	5,992	0,103	4,898	6,689	4,476	0,563
Regressão	Q**	NS	L*	NS	Q*	L*	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, * e **: significância ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

O maior acúmulo de fósforo no PC ocorreu nos tecidos analisados de folhas sadias, diferente do girassol ornamental oriundo de propriedade comercial, onde o teor e acúmulo de P foram maior na inflorescência, em relação às outras partes analisadas, obtendo valores de $6,8 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,08 \text{ g planta}^{-1}$ respectivamente.

As médias encontradas neste estudo para o teor e acúmulo de P nas inflorescências foram menor, comparadas ao girassol ornamental comercial.

Observa-se na Figura 29, o efeito significativo das doses de N na análise do teor de P na folha sadia (Figura 29-A) de girassol ornamental, representada de forma quadrática, que apresentou maior teor de P com doses de 100 e 125% de N, e diminuiu com a maior dose de N (150%).

A haste (Figura 29-B) de girassol ornamental apresentou curva de regressão linear com as doses crescentes de N aplicadas, que com o aumento do fornecimento de N ocorreu maiores teores de P no tecido.

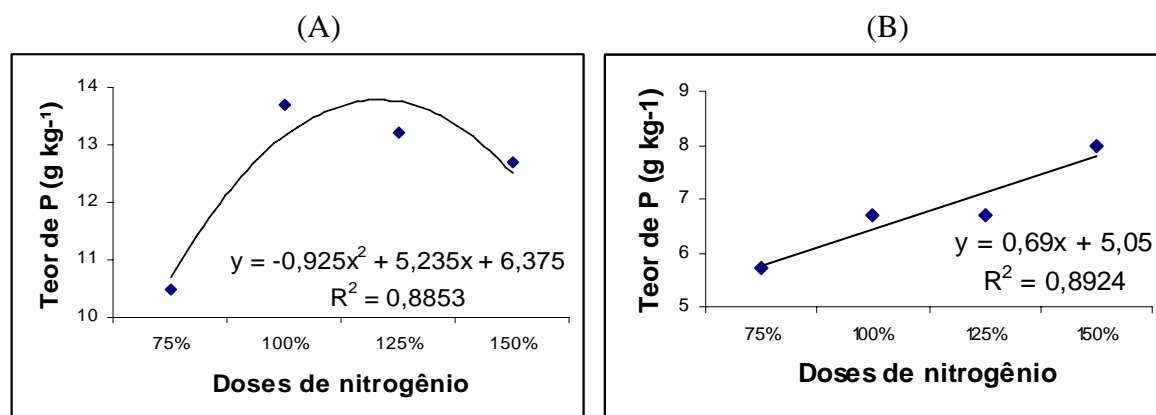


Figura 29. Teor de fósforo na folha sadia (A) e haste (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Na Figura 30 são apresentados os resultados significativos quanto ao acúmulo de P no girassol ornamental no ponto de comercialização, em função das doses de N fornecidas. Observou-se, que houve incremento nas folhas sadias (Figura 30-A), apresentando resposta quadrática, com as doses crescentes de N, tendo maior valor com a dose de 125% de N. Ao analisar as folhas senescentes (Figura 30-B), foi possível visualizar que a maior dose de N resultou em maiores concentrações de P, respondendo de forma linear de acordo com o fracionamento das doses de N aplicadas.

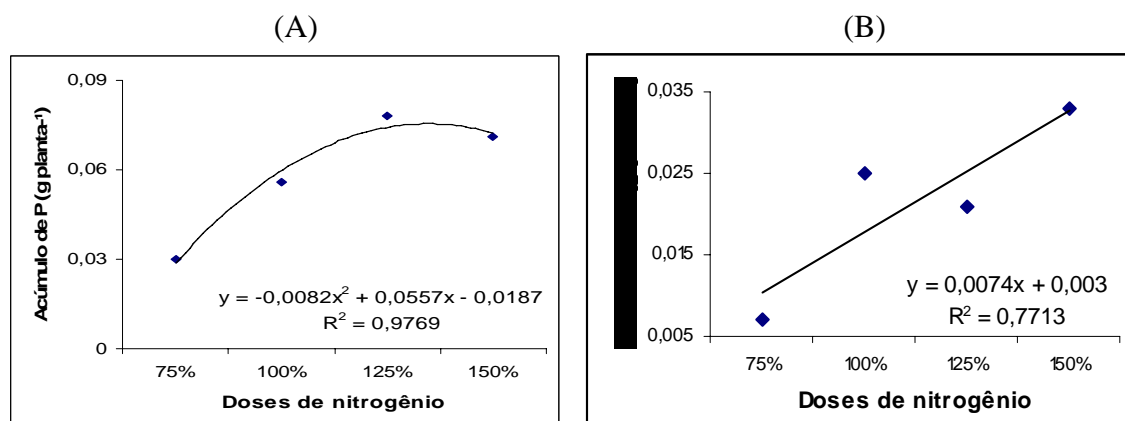


Figura 30. Acúmulo de fósforo total nas folhas sadias (A) e senescentes (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Folhas bem supridas em N e P são mais eficientes na captação da energia solar, têm maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar proteínas e carboidratos, influenciando o crescimento e desenvolvimento da planta e resultando, conseqüentemente, em maior acúmulo de biomassa (MARSCHNER, 1995).

4.2.2.4 Potássio

As doses de N aplicadas influenciaram o teor de K (Tabela 25) na folha sadia e senescente, baseados nos dados estatísticos significativos ($P < 0,05$). Já para o acúmulo deste nutriente, o incremento das doses de N revelou efeito significativo para folha sadia, senescente e haste ($P < 0,05$), não havendo efeito significativo para inflorescência.

Das partes analisadas, as folhas sadias apresentaram maior teor e acúmulo deste nutriente, e as análises com girassol ornamental oriundo de propriedade comercial (Tabela 35), apresentaram teores com valores aproximados de K nas folhas sadias e inflorescências (42 g kg⁻¹) e nas folhas senescentes (43 g kg⁻¹). O acúmulo foi superior para as inflorescências (0,51 g planta⁻¹).

Tabela 25. Teor (g kg⁻¹) e acúmulo (g planta⁻¹) de K na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de K no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	-----g kg ⁻¹ -----				-----g planta ⁻¹ -----			
75 %	41	28	28	27	0,118	0,017	0,072	0,189
100 %	39	38	27	27	0,164	0,069	0,064	0,172
125 %	36	32	24	26	0,215	0,047	0,041	0,178
150 %	34	29	28	25	0,187	0,064	0,074	0,159
F	5,081	7,054	0,737	0,828	7,193	5,385	6,618	0,132
Regressão	L*	Q*	NS	NS	L*	L*	Q*	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: 0,026 g L⁻¹, 100%: 0,035 g L⁻¹, 125%: 0,043 g L⁻¹, 150%: 0,052 g L⁻¹. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: 1,245 g L⁻¹, 100%: 1,660 g L⁻¹, 125%: 2,075 g L⁻¹, 150%: 2,490 g L⁻¹. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Observa-se na Figura 31, o efeito significativo para o teor de K na folha sadia (Figura 31-A) de girassol ornamental, em função das doses de N aplicadas, onde inicialmente, ocorreu incremento do teor de potássio na folha senescente, que, a partir de um ponto de máxima apresentou uma tendência a redução do teor do nutriente em questão, em função das doses crescentes de N, ocorrendo em torno da dose média de 112,5% de N.

Já a folha senescente (Figura 31-B) de girassol ornamental, em função das doses de N aplicadas, resultou em curva de regressão quadrática, onde houve tendência ao aumento do teor de K com as doses de 100% de N, e posteriormente a queda da curva com o aumento do fornecimento de N.

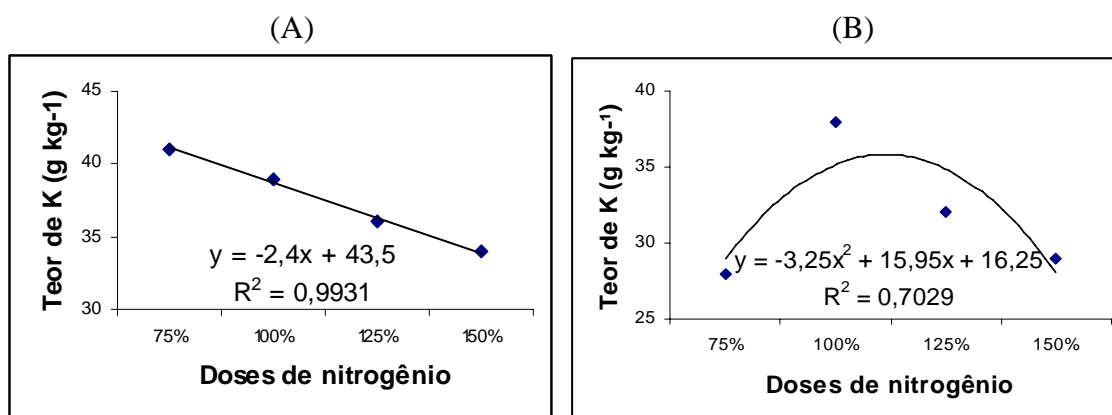


Figura 31. Teor de potássio na folha sadia (A) e senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Os valores correspondentes ao acúmulo de K nos tecidos que apresentaram resultados significativos são apresentados na Figura 32. Observa-se que o acúmulo de K na folha sadia e senescente (Figura 32-A e B) resultou no incremento linear em função das doses aplicadas no girassol ornamental. Já para a haste (Figura 32-C), inicialmente ocorreu queda dos valores do acúmulo de K em função das doses de N, que a partir de um ponto de mínima, atribuiu incremento para a dose superior de N utilizada (150%).

Segundo Bellé (1998), o potássio é o nutriente exigido em maiores quantidades para culturas pertencentes à família Asteraceae. No presente experimento, algumas das doses de N na folha sadia e senescente apresentaram valores da concentração do

K superiores aos propostos por Mercúrio (2002), que pode variar de 30,6 a 36,4 g kg⁻¹. Ainda assim, não se observou sintomas de toxidez, possivelmente pelo girassol ser responsivo ao K (BLAMEY, 1987).

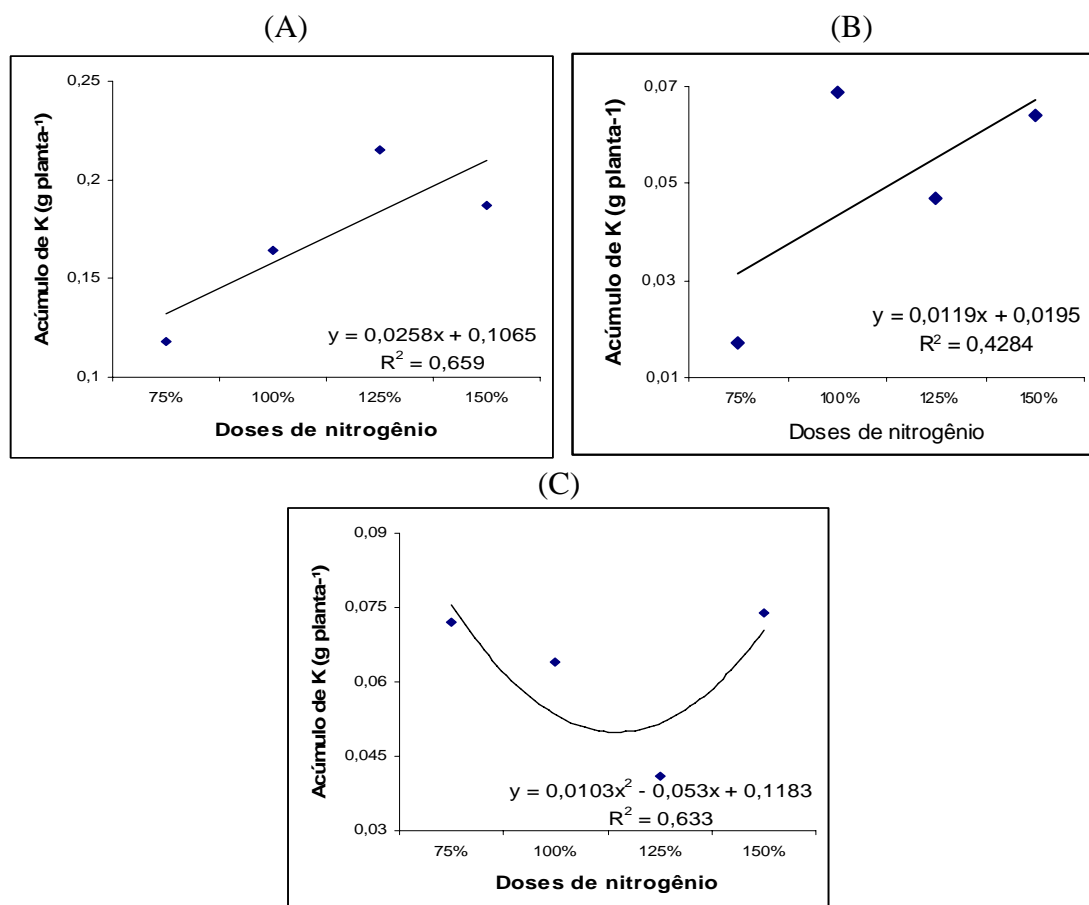


Figura 32. Acúmulo de potássio na folha sadia (A), senescente (B) e haste (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.2.5 Cálcio

Na Tabela 26 são apresentados os valores médios para o teor e acúmulo de cálcio nos tecidos vegetais de girassol ornamental, em função de doses de N. Houve diferenças estatísticas significativas para os teores de Ca na folha sadia ($P < 0,05$).

Observou-se que o acúmulo de Ca foi significativo para a folha sadia ($P < 0,05$) e senescente ($P < 0,01$) de girassol ornamental.

Observou-se que para o teor de cálcio, as folhas senescentes apresentaram valores superiores em relação às outras partes analisadas, resultado semelhante ao encontrado em análise realizada no girassol ornamental comercial (Tabela 35), que apresentou valor superior nas folhas senescentes, equivalente a 24 g kg^{-1} . As folhas sadias apresentaram índices maiores de acúmulo em relação aos demais tecidos analisados. No girassol ornamental comercial, o acúmulo de cálcio foi superior na inflorescência, com $0,14 \text{ g planta}^{-1}$.

Tabela 26. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de Ca na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de Ca no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	-----g kg ⁻¹ -----				-----g planta ⁻¹ -----			
75 %	20	37	7	6	0,058	0,022	0,018	0,045
100 %	18	31	7	6	0,075	0,057	0,018	0,040
125 %	17	36	7	5	0,101	0,048	0,012	0,038
150 %	16	30	8	6	0,088	0,061	0,021	0,041
F	5,316	0,002	0,000	0,871	5,748	10,210	2,000	0,857
Regressão	L*	NS	NS	NS	L*	L**	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Na Figura 33 é apresentada a curva de regressão linear, resultante da aplicação de doses de N para o teor de cálcio na folha sadia de girassol ornamental, onde observou-se que com o aumento do fornecimento de N houve menor teor de Ca no tecido em questão.

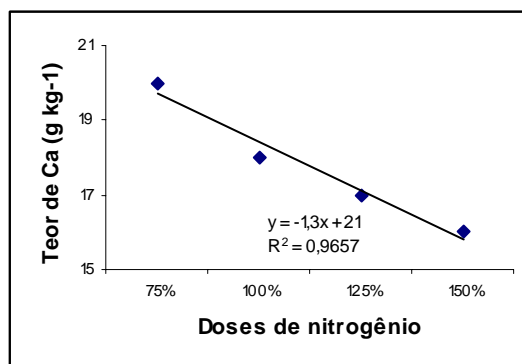


Figura 33. Teor de cálcio na folha sadia de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Na Figura 34 são apresentados os dados relacionados aos resultados significativos quanto ao acúmulo de cálcio no girassol ornamental em função de doses de nitrogênio. Observou-se que para folha sadia (Figura 34-A) e senescente (Figura 34-B) de girassol ornamental, a concentração de Ca respondeu de forma linear com as doses de N fornecidas.

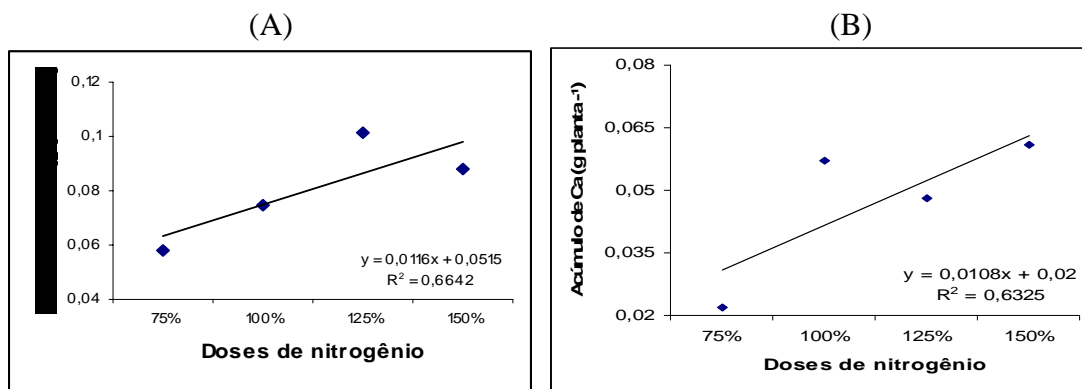


Figura 34. Acúmulo de cálcio na folha sadia (A) e senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Para Gianelo et al. (1995), o cálcio é necessário para a formação da lamela média das células e para absorção de nutrientes, sendo imóvel nas plantas herbáceas, indicando que sua deficiência é mais bem observada nas folhas mais novas do vegetal, cujo desenvolvimento é prejudicado ou cessa por completo.

4.2.2.6 Magnésio

Observa-se na Tabela 27 que os teores de Mg foram significativos em função das doses de N aplicadas apenas para a haste ($P < 0,01$), não apresentando resultados significativos para os demais tecidos analisados. Houve efeito significativo com a aplicação das doses crescentes de N no acúmulo de Mg na folha sadia, senescente e na haste ($P < 0,05$).

Tabela 27. Teor (g kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1}) de Mg na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de Mg no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	-----g kg^{-1} -----				-----g planta^{-1} -----			
75 %	9,72	16,7	5,0	3,5	0,028	0,010	0,012	0,022
100 %	9,57	16,0	6,5	4,0	0,041	0,029	0,015	0,024
125 %	9,42	18,2	6,7	3,25	0,057	0,024	0,010	0,022
150 %	9,27	14,7	7,5	3,25	0,049	0,029	0,020	0,021
F	0,453	2,148	13,409	1200	5,470	6,480	5,000	1,200
Regressão	NS	NS	L**	NS	L*	L*	L*	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente, L: efeito significativo linear.

Os maiores valores do teor e acúmulo de Mg foram observados em tecidos de folhas sadias, não se assemelhando com a análise realizada nas plantas de girassol ornamental oriundas de propriedade comercial, onde o maior teor de Mg ocorreu na folha senescente (8 g kg^{-1}) e na inflorescência ($0,06 \text{ g planta}^{-1}$). No entanto, os valores obtidos quanto ao teor de Mg na folha sadia e senescente foram maiores que o maior teor encontrado nos tecidos do girassol ornamental comercial.

Resultados significativos das médias quanto ao teor de Mg na haste, em função das doses de nitrogênio aplicados no girassol ornamental são apresentados na Figura 35. Observa-se que com o aumento da concentração de N nas soluções que definiram os tratamentos, há o incremento linear do teor de Mg na haste, o que corresponde a influência benéfica das doses de N na absorção de Mg no tecido analisado.

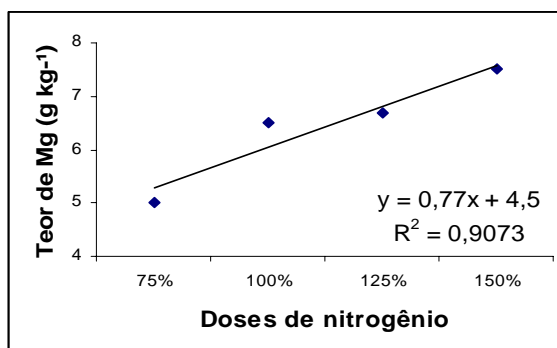


Figura 35. Teor de magnésio na haste de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Apresenta-se na Figura 36 que o incremento das doses de N em girassol ornamental proporcionou acúmulo linear de Mg na folha sadia, senescente e na haste.

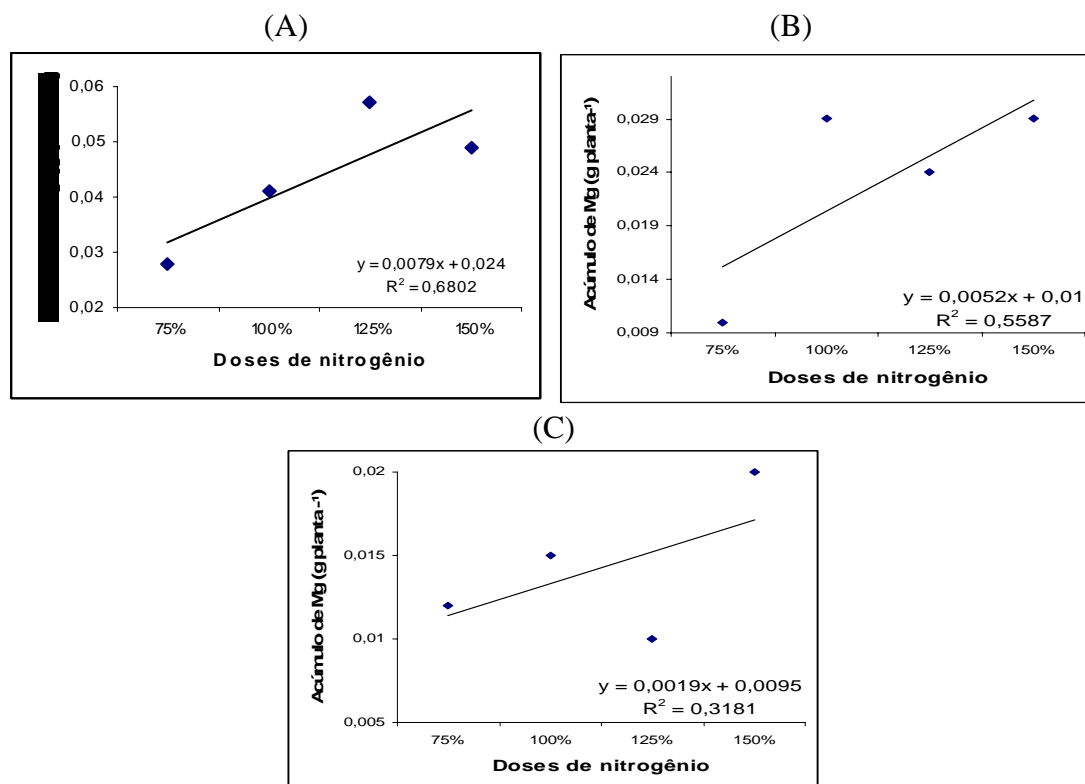


Figura 36. Acúmulo de magnésio na folha sadia (A), senescente (B) e haste (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

O magnésio é absorvido pelas plantas como íon Mg^{2+} . Constitui o núcleo central da molécula de clorofila. Como é um elemento móvel, se visualiza sua deficiência nas folhas mais velhas, que podem apresentar sintomas pronunciados, mostrando amarelecimento entre as nervuras das folhas (GIANELO et al. 1995).

4.2.2.7 Enxofre

Na Tabela 28 são apresentados os dados relativos ao teor e acúmulo de S nos tecidos analisados, em função de doses de N em girassol ornamental. O teor apresentou resultado significativo para folha senescente e haste ($P < 0,05$). As avaliações quanto ao acúmulo de enxofre demonstraram que houve diferença estatística para a folha sadia ($P < 0,01$) e folha senescente ($P < 0,05$).

Tabela 28. Teor ($g\ kg^{-1}$) e acúmulo ($g\ planta^{-1}$) de S na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.senesc.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de S no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	-----g kg^{-1} -----				-----g $planta^{-1}$ -----			
75 %	4,7	6,0	1,2	2,0	0,013	0,003	0,004	0,014
100 %	5,0	7,2	2,0	2,2	0,021	0,013	0,004	0,014
125 %	5,7	7,0	1,7	2,0	0,032	0,010	0,003	0,014
150 %	5,2	6,5	2,0	2,5	0,026	0,014	0,005	0,014
F	1,080	4,742	6,400	0,429	12,415	6,710	4,418	0,000
Regressão	NS	Q*	L*	NS	L**	L*	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: 0,026 $g\ L^{-1}$, 100%: 0,035 $g\ L^{-1}$, 125%: 0,043 $g\ L^{-1}$, 150%: 0,052 $g\ L^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: 1,245 $g\ L^{-1}$, 100%: 1,660 $g\ L^{-1}$, 125%: 2,075 $g\ L^{-1}$, 150%: 2,490 $g\ L^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, respectivamente, L: efeitos significativos linear.

O teor de enxofre nas folhas senescentes foi superior às demais partes avaliadas, demonstrando a característica de baixa mobilidade deste nutriente na planta. Porém, seu acúmulo foi superior nas folhas sadias. Furlani *et al.* (1978), confirmou que o nitrogênio favorece o acúmulo de nutrientes porque aumenta a produção de biomassa, estimulando o

crescimento vegetativo e de raízes, o que resulta em maior absorção destes. Nas plantas comerciais, o teor atingiu maior valor na folha senescente, com valor equivalente a $3,1\text{g kg}^{-1}$. O acúmulo chegou a $0,029\text{ g planta}^{-1}$ nas inflorescências.

Com o fornecimento de N em girassol ornamental, o teor de enxofre na folha senescente (Figura 37-A), resultou em ajuste de regressão quadrática, onde as doses intermediárias de N aplicadas (100 e 125% de N) apresentaram maiores teores de S no tecido. Já para haste (Figura 37-B), ocorreu ajuste de regressão linear crescente com a aplicação de doses crescente de N.

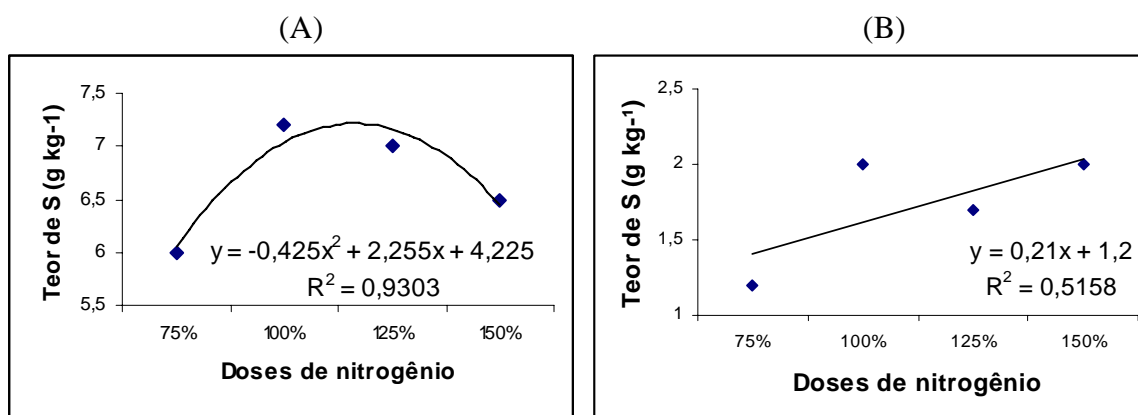


Figura 37. Teor de enxofre na folha senescente (A) e haste (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu, SP. FCA-UNESP, 2009.

Quanto ao acúmulo de enxofre na folha sadia (Figura 38-A) e senescente (Figura 38-B) de girassol ornamental, houve ajuste de regressão linear positiva em função das doses de N manejadas.

O enxofre é constituinte de aminoácido, sendo seu déficit prejudicial à formação destes. Embora não seja constituinte da clorofila, o enxofre em déficit na planta reduz a formação desta, resultando em plantas cloróticas e amarelecidas, sintomas estes semelhantes à deficiência de N, que sendo pouco móveis, são observados nas folhas mais novas (GIANELO et al. 1995). Sintomas da deficiência deste nutriente não foram observados neste experimento.

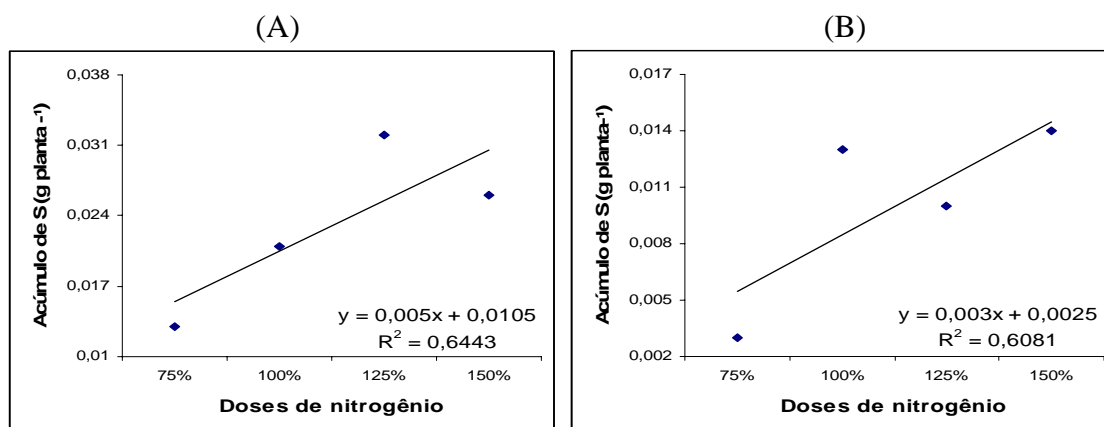


Figura 38. Acúmulo de enxofre na folha sadia (A) e senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.3 Teor e acúmulo de micronutrientes

4.2.3.1 Boro

Os dados referentes ao teor e acúmulo de boro nos tecidos vegetais de girassol ornamental em função das doses de nitrogênio são apresentados na Tabela 29. A média dos teores de B significativos ocorreu para folha senescente e haste ($P < 0,05$). Para o acúmulo de boro, houve efeito significativo da regressão para a folha sadia ($P < 0,01$), folha senescente e haste ($P < 0,05$).

Observou-se que ocorreu maior teor de B nas folhas senescentes, e que o acúmulo foi superior para as folhas saudas. Em análise deste nutriente realizada em girassol ornamental comercial, ocorreu a mesma tendência de concentração nas folhas saudas (127 mg kg^{-1}), porém, maior acúmulo foi registrado nas inflorescências ($0,92 \text{ mg planta}^{-1}$).

Para o teor de B na folha senescente (Figura 39-A) de girassol ornamental em função das doses de N, houve decréscimo da curva de regressão quadrática, que iniciou leve inclinação positiva para a maior dose de N. Para a haste (Figura 39-A), ocorreu ajuste de regressão linear crescente com as doses de N aplicadas.

Tabela 29. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de B na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de B no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	----- mg kg^{-1} -----				----- mg planta^{-1} -----			
75 %	136	242	46	67	0,395	0,118	0,704	0,476
100 %	108	186	56	68	0,451	0,135	0,777	0,431
125 %	126	206	52	71	0,751	0,087	1,231	0,480
150 %	114	187	57	65	0,608	0,157	1,040	0,414
F	1,039	5,854	11,721	1,663	11,649	6,758	4,939	0,114
Regressão	NS	Q*	L*	NS	L**	Q*	L*	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

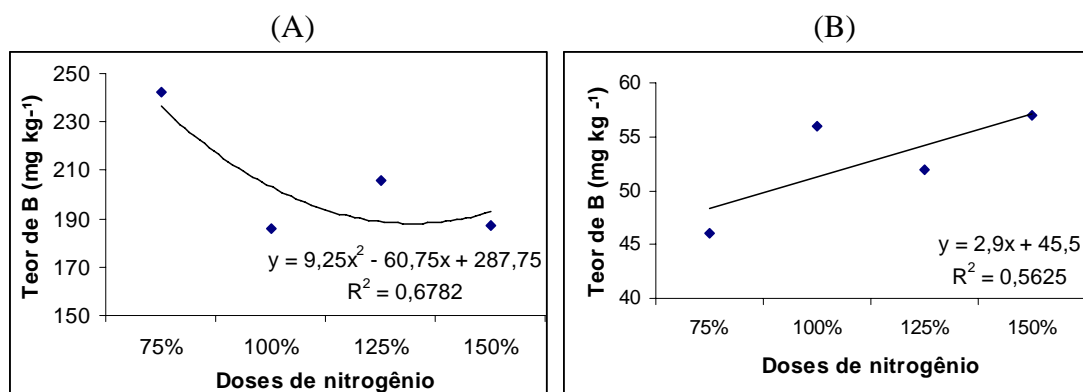


Figura 39. Teor de boro na folha sadia (A) e na haste (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Observa-se que o acúmulo de B na folha sadia (Figura 40-A) e na haste (Figura 40-C) apresentou regressão linear, que atribuiu maiores incrementos do nutriente com as doses crescentes de N, ou seja, doses crescentes de nitrogênio proporcionaram maiores taxas de absorção de B nos tecidos vegetais avaliados. Para o acúmulo de B na folha senescente, as doses crescentes de N resultaram na formação de curva de regressão quadrática, que apresentou menor acúmulo com as doses de 75 e 125% de N, e aumento com a maior dose de N (150%).

O boro é um elemento de baixa mobilidade dentro do floema, sendo então, sua deficiência observada nos tecidos vegetais mais jovens (MALAVOLTA et al., 1997). Possivelmente decorrente a isto, os maiores teores de B ocorreram nas folhas senescentes observadas na análise química realizada, sendo que, mesmo com maiores teores nas folhas senescentes, não se observaram sintomas de deficiência de boro durante a condução deste experimento.

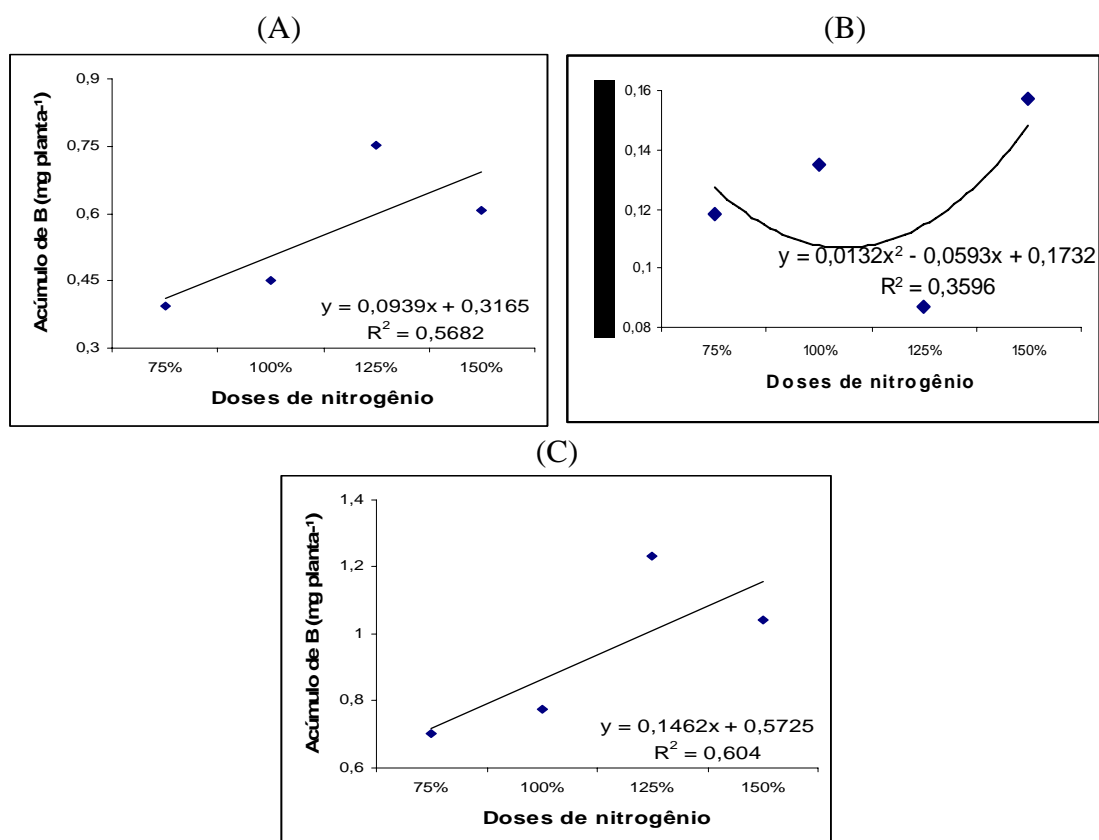


Figura 40. Acúmulo de boro na folha sadia (A), senescente (B) e na haste (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.3.2 Cobre

O acúmulo de cobre nos diferentes tecidos de girassol ornamental, submetidos a doses crescentes de N, apresentou diferenças estatísticas significativas para

folhas sadias, hastes e inflorescências ($P < 0,05$) em função das doses crescentes de N (Tabela 30).

Os maiores teores e acúmulo de cobre nos tecidos vegetais analisados foram observados na folha sadia e inflorescência, respectivamente. Nos girassóis ornamentais obtidos em propriedade comercial, tanto o teor (7 mg kg^{-1}) como o acúmulo ($0,08 \text{ mg planta}^{-1}$) foram superiores nas inflorescências.

Tabela 30. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Cu na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.senesc.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de Cu no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	----- mg kg^{-1} -----				----- mg planta^{-1} -----			
75 %	9	7	5	9	0,026	0,005	0,014	0,068
100 %	9	8	5	8	0,037	0,014	0,012	0,051
125 %	7	6	5	7	0,043	0,009	0,008	0,052
150 %	8	6	5	7	0,043	0,015	0,014	0,048
F	0,273	0,029	0,143	0,688	5,774	0,487	7,314	5,749
Regressão	NS	NS	NS	NS	L*	NS	Q*	L*

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Observa-se que o acúmulo de cobre na folha sadia (Figura 41-A) apresentou regressão linear, que atribuiu maiores incrementos do nutriente com as doses crescentes de N, ou seja, doses crescentes de nitrogênio proporcionaram maiores taxas de absorção de Cu no tecido vegetal avaliado. Para o acúmulo de Cu na haste (Figura 41-B), as doses crescentes de N resultaram na formação de curva de regressão quadrática, que apresentou menor acúmulo com as doses de 100 e 125% de N, e aumento com a maior dose de N (150%). Já o acúmulo de cobre nas inflorescências de girassol ornamental (Figura 41-C), apresentou curva de regressão linear, que se mostrou decrescente com o fornecimento das doses de N.

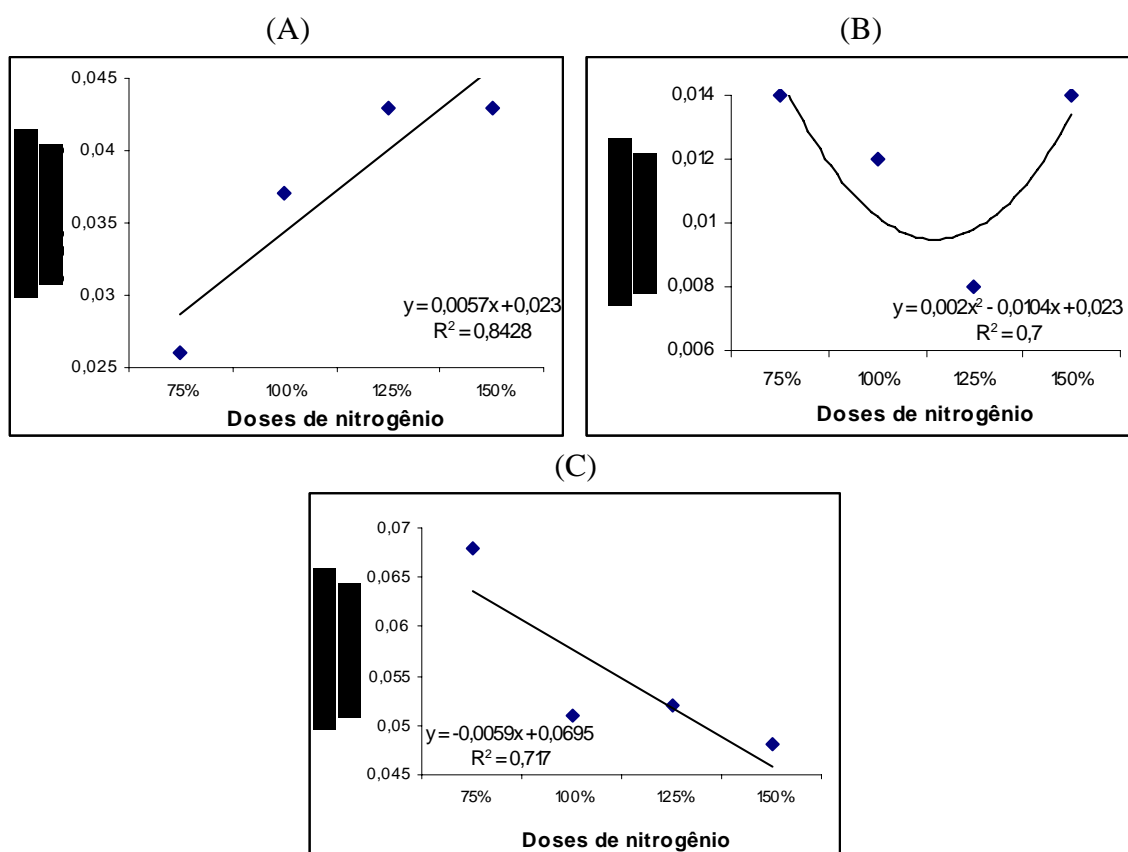


Figura 41. Acúmulo de cobre na folha sadia (A), haste (B) e inflorescência (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.3.3 Ferro

Observam-se na Tabela 31, teores e acúmulos de Fe obtidos em tecidos vegetais de girassol ornamental, em função de doses de N. Houve efeito significativo para o teor de Fe nas folhas senescentes de girassol ornamental, em função de doses crescentes de N ($P < 0,01$). Para o acúmulo de Fe nos tecidos, se observaram efeitos significativos das doses de N aplicadas, nas folhas sadias e senescentes de girassol ornamental ($P < 0,05$).

Maiores teores de Fe foram observados nas folhas senescentes, enquanto que o acúmulo foi superior nas folhas sadias. Em análise realizada em girassol ornamental oriundo de propriedade comercial, observou-se a mesma tendência de maior teor

de Fe nas folhas senescentes (90 mg kg^{-1}), enquanto que ocorreu acúmulo superior de Fe nas inflorescências ($0,64 \text{ mg planta}^{-1}$).

Tabela 31. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Fe na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de Fe no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	----- mg kg^{-1} -----				----- mg planta^{-1} -----			
75 %	99	110	50	56	0,288	0,072	0,129	0,399
100 %	144	183	76	63	0,597	0,336	0,184	0,401
125 %	118	158	54	71	0,702	0,219	0,105	0,481
150 %	116	109	52	62	0,640	0,235	0,171	0,393
F	3,181	13,901	2,384	3,866	7,457	5,714	0,064	1,731
Regressão	NS	Q**	NS	NS	L*	Q*	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Observa-se na Figura 42, o teor de Fe na folha senescente de girassol ornamental que apresentou curva de regressão quadrática em função de doses de N. Inicialmente, ocorreu incremento na absorção de Fe com as doses iniciais, até atingir um ponto de máxima, equivalente a dose intermediária de 112,5% de N, que posteriormente apresentou queda na absorção. Os níveis superiores de N aplicados, não beneficiaram a absorção de Fe no tecido representado.

Já os níveis de Fe encontrados nos tecidos foliares em função das doses de N aplicadas proporcionaram ao girassol ornamental incremento linear para folha sadia (Figura 43-A) e quadrático para folha senescente (Figura 43-B) respectivamente, onde houve incremento no acúmulo de Fe até a dose de 125% de N posteriormente, ocorreu diminuição na absorção do nutriente.

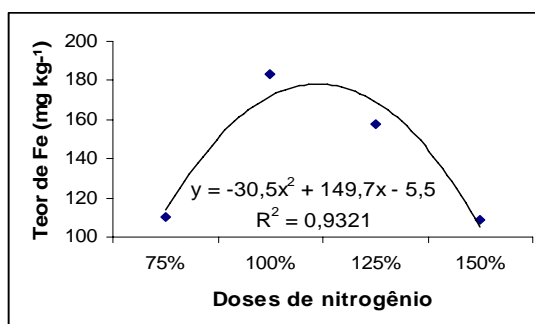


Figura 42. Teor de ferro na folha senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

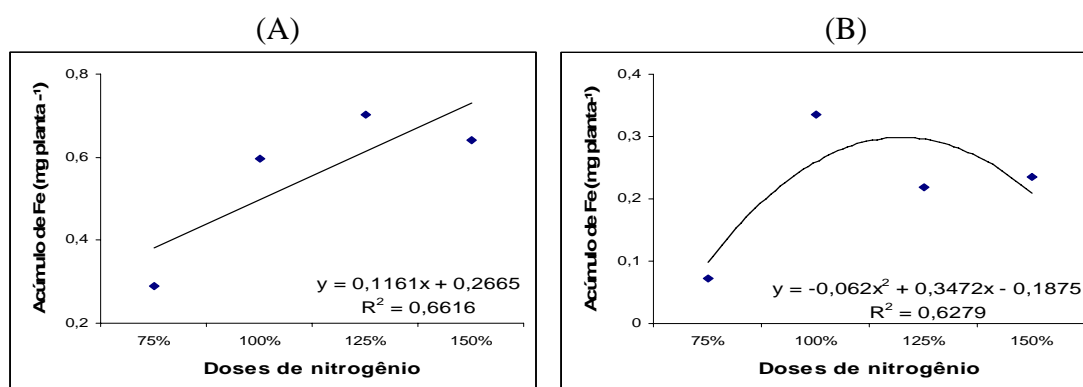


Figura 43. Acúmulo de Fe na folha sadia (A) e folha senescente (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.3.4 Manganês

Na Tabela 32 são apresentados teores e acúmulos de Mn nos tecidos vegetais de girassol ornamental, em função de doses de N.

Para os teores de Mn, resultados significativos das médias foram observados na folha sadia, inflorescência ($P < 0,01$) e haste ($P < 0,05$). No acúmulo de Mn nos tecidos, observaram-se resultados significativos na folha sadia e inflorescência ($P < 0,01$).

Observou-se que maiores teores de Mn ocorreram nas folhas senescentes de girassol ornamental, enquanto que o acúmulo foi superior nas folhas sadias. Da

mesma forma que neste estudo, no girassol ornamental comercial, maiores teores de Mn foram observados nas folhas senescentes (134 mg kg⁻¹). Já maior acúmulo ocorreu nas inflorescências (0,91 mg planta⁻¹).

Tabela 32. Teor (mg kg⁻¹) e acúmulo (mg planta⁻¹) de Mn na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de Mn no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	-----mg kg ⁻¹ -----				-----mg planta ⁻¹ -----			
75 %	280	492	86	72	0,812	0,295	0,221	0,512
100 %	321	533	129	103	1,328	0,973	0,308	0,541
125 %	322	423	133	98	1,926	0,607	0,220	0,657
150 %	237	414	121	80	1,293	0,286	0,333	0,514
F	18,639	0,117	5,036	14,721	14,620	2,368	0,116	10,100
Regressão	Q**	NS	Q*	Q**	Q**	NS	NS	Q**

Doses de N na fase vegetativa: 75%: 0,026 g L⁻¹, 100%: 0,035 g L⁻¹, 125%: 0,043 g L⁻¹, 150%: 0,052 g L⁻¹. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: 1,245 g L⁻¹, 100%: 1,660 g L⁻¹, 125%: 2,075 g L⁻¹, 150%: 2,490 g L⁻¹. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Resultados significativos quanto aos teores de Mn nos tecidos de girassol ornamental, em função de doses de N, são observados na Figura 44. Para folha sadia (Figura 44-A), haste (Figura 44-B) e inflorescência (Figura 44-C) houve ajustes de regressão quadrática negativa com as doses de N, ocorrendo incremento do teor de Mn até um ponto de máxima, que tendeu a diminuir com as maiores doses de N aplicadas. As doses superiores de N manejadas neste estudo não favoreceram a absorção de Mn.

Na Figura 45 são apresentados os resultados significativos quanto ao acúmulo de Mn em função de doses de N. Observou-se que as doses de N proporcionaram curvas quadráticas negativas de regressão para o acúmulo de manganês tanto nas folhas sadias como nas inflorescências de girassol ornamental, que apresentaram incremento com as doses de 75 e 100% de N, e tenderam a diminuir a absorção de Mn com as doses superiores de N.

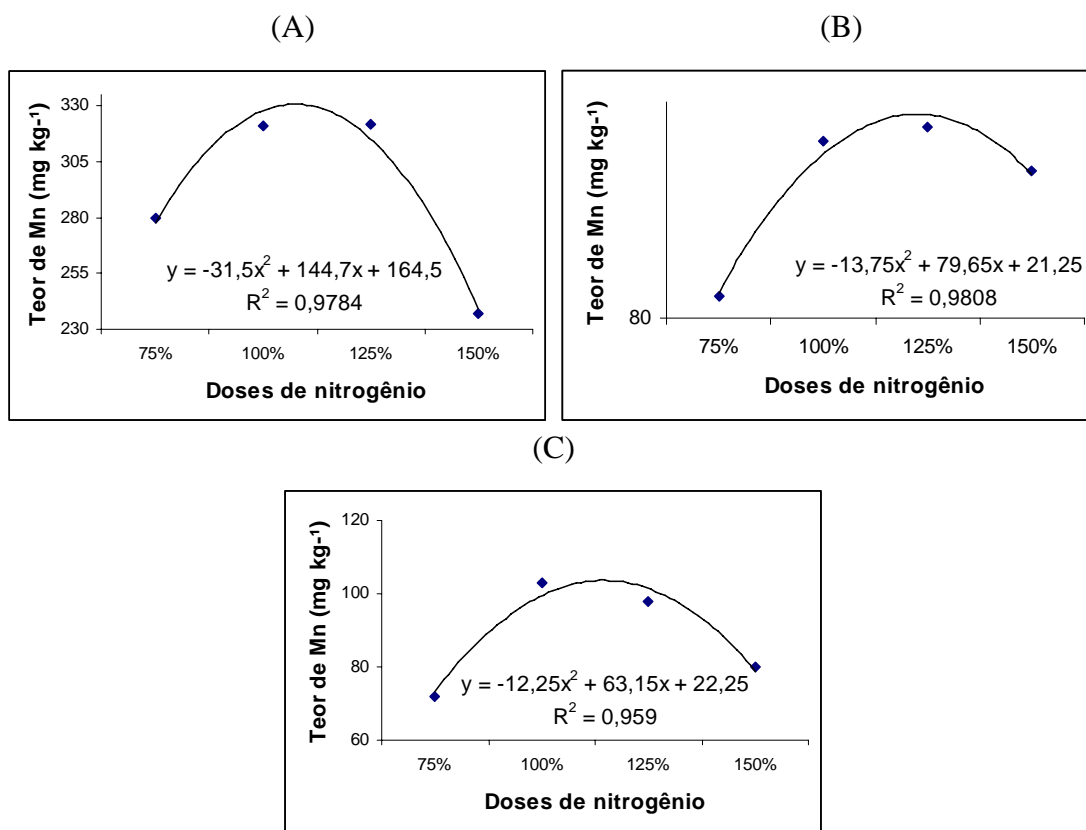


Figura 44. Teor de manganês na folha sadia (A) haste (B) e inflorescência (C) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

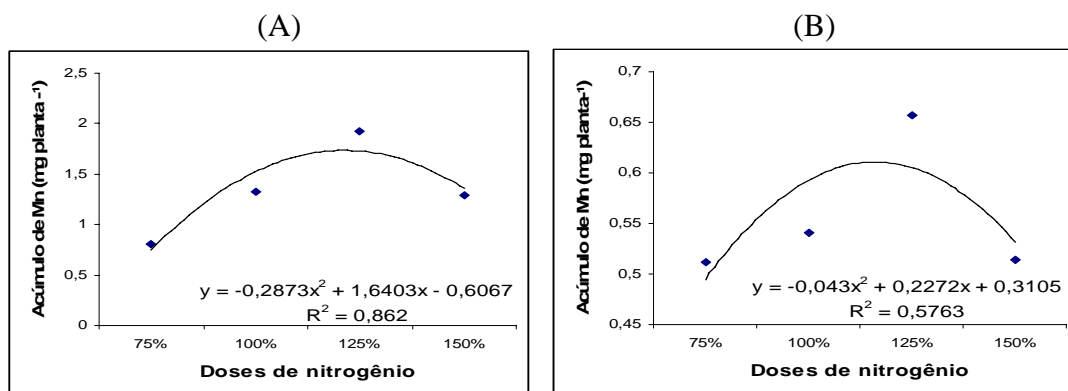


Figura 45. Acúmulo de manganês na folha sadia (A) e inflorescência (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.2.3.5 Zinco

Teores e acúmulos de zinco nos tecidos vegetais de girassol ornamental, em função de doses de N são apresentados na Tabela 33.

Houve efeito significativo do teor de Zn na inflorescência de girassol ornamental em função das doses de N ($P < 0,01$). Para o acúmulo de Zn, foram significativos os valores obtidos nas folhas sadias ($P < 0,05$) e nas inflorescências ($P < 0,01$).

Maiores valores das médias do teor de Zn nos tecidos foram observados nas folhas senescentes, e as inflorescências de girassol ornamental apresentaram maior acúmulo de Zn em função das doses de N aplicadas.

Na análise química realizada em girassol ornamental, oriundo de propriedade comercial, observaram-se maior teor e acúmulo de Zn na haste, com valores de 191 mg kg^{-1} e $1,58 \text{ mg planta}^{-1}$, respectivamente. O teor e o acúmulo de Zn encontrados neste estudo não superaram o valor encontrado nas plantas de girassol ornamental referência, em nenhuma das partes vegetativas analisadas.

Tabela 33. Teor (mg kg^{-1}) e acúmulo (mg planta^{-1}) de Zn na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental, no ponto de comercialização (PC), em função dos tratamentos. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

Doses de nitrogênio	Teor e acúmulo de Zn no PC							
	F. sad.	F. sns.	H.	I.	F. sad.	F. sns.	H.	I.
	----- mg kg^{-1} -----				----- mg planta^{-1} -----			
75 %	58	73	53	36	0,169	0,047	0,135	0,254
100 %	61	80	71	41	0,254	0,146	0,169	0,260
125 %	65	83	70	45	0,389	0,117	0,114	0,310
150 %	63	89	73	48	0,327	0,230	0,198	0,307
F	0,337	0,000	1,193	31,277	6,310	3,470	1,845	12,396
Regressão	NS	NS	NS	L**	Q*	NS	NS	L**

Doses de N na fase vegetativa: 75%: $0,026 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $0,035 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $0,043 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $0,052 \text{ g L}^{-1}$. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: $1,245 \text{ g L}^{-1}$, 100%: $1,660 \text{ g L}^{-1}$, 125%: $2,075 \text{ g L}^{-1}$, 150%: $2,490 \text{ g L}^{-1}$. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, ** e *: significância ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, respectivamente, L e Q: efeitos significativos lineares e quadráticos, respectivamente.

Observa-se na Figura 46, o teor de zinco na inflorescência de girassol ornamental, em função de doses de nitrogênio. Houve incremento linear do teor de Zn em função das doses de N.

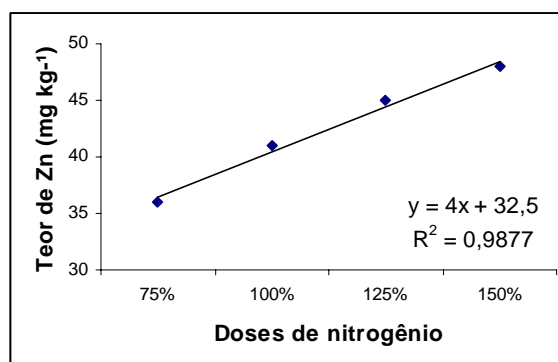


Figura 46. Teor de zinco na inflorescência de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Para o acúmulo de Zn na folha sadia de girassol ornamental (Figura 47-A), houve ajuste de regressão quadrática em função das doses de N, com um ponto de máxima, onde as doses de 75 a 125% N favoreceram o incremento de Zn, e a maior dose tendeu a diminuir. Na folha senescente (Figura 47-B), houve incremento linear com as doses de N.

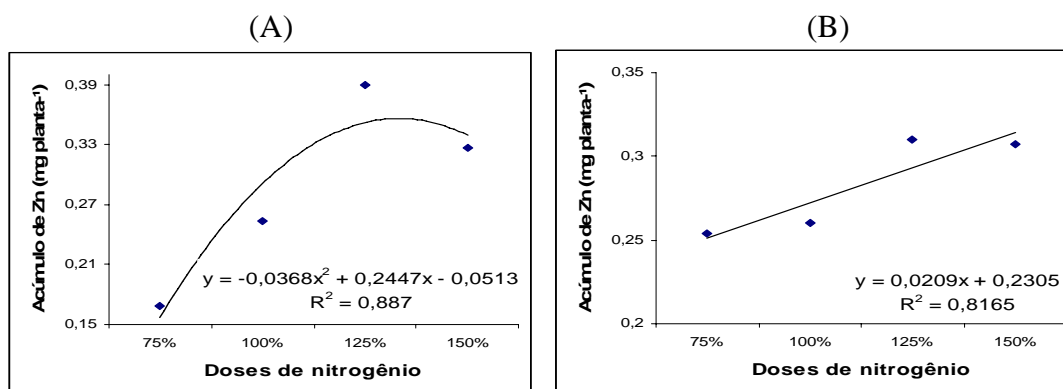


Figura 47. Acúmulo de zinco na folha sadia (A) e inflorescência (B) de girassol ornamental no ponto de comercialização, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.3 “Vida de prateleira”

Os dados relacionados à vida de prateleira, em função das doses de nitrogênio aplicadas durante a condução do experimento e dias após ponto de comercialização (DAPC) são apresentados na Tabela 34. Com relação à abertura das flores do capítulo e a qualidade das folhas avaliadas em função dos dias, os dados não apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Diferenças estatísticas foram observadas no parâmetro quanto a qualidade da inflorescência ($P < 0,05$), aos 9 DAPC. As doses de nitrogênio influenciaram positivamente até 125%, sendo que na dose superior (150% N) houve o decréscimo quanto às notas atribuídas, apresentando curva quadrática (Figura 48).

Tabela 34. Abertura das flores do disco, qualidade da inflorescência e da folha de girassol ornamental, em função dos tratamentos e das épocas avaliadas. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

Parâmetros	Doses de nitrogênio	DAPC					
		1	2	3	5	7	9
Abertura das flores	75 %	5	4,12	3,45	2,42	1,87	1,25
	100 %	5	3,75	2,95	2,25	1,50	1,37
	125 %	5	4,12	2,62	1,95	1,50	1,25
	150 %	5	4,00	2,75	2,07	1,67	1,25
	F	0,000	0,054	0,477	0,367	1,744	0,022
	Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Qualidade da inflorescência	75 %	5	5	4,75	4,37	4,25	1,75
	100 %	5	5	4,25	4,12	4,12	3,00
	125 %	5	5	5,00	4,50	4,12	3,87
	150 %	5	5	5,00	5,00	4,62	2,87
	F	0,000	0,000	0,118	0,289	0,228	10,086
	Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	Q**
Qualidade da folha	75 %	5	4,37	4,12	3,62	3,50	1,87
	100 %	5	4,62	4,25	3,62	2,50	2,00
	125 %	5	4,62	4,50	3,62	3,00	1,25
	150 %	5	4,50	4,07	3,75	2,75	1,87
	F	0,000	0,094	0,243	0,034	0,947	1,277
	Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Doses de N na fase vegetativa: 75%: 0,026 g L⁻¹, 100%: 0,035 g L⁻¹, 125%: 0,043 g L⁻¹, 150%: 0,052 g L⁻¹. Doses de N na fase reprodutiva: 75%: 1,245 g L⁻¹, 100%: 1,660 g L⁻¹, 125%: 2,075 g L⁻¹, 150%: 2,490 g L⁻¹. NS: não significativo ao nível a 5% de probabilidade, *: significância ao nível de 5% de probabilidade, Q: efeito significativo quadrático, Escala de notas decrescentes corresponde à média dos dados reais, Valores de F e regressão surgiram com transformação dos dados para Log₁₀ (Y).

Todavia, as respostas quanto aos parâmetros avaliados após terem atingido o ponto de comercialização podem ter sofrido alterações por estarem presentes no mesmo ambiente de avaliações de experimentos paralelos, com utilização de produtos de consumo alimentício, o que pode ter ocasionado a liberação de etileno pela maturação dos materiais expostos, sendo o etileno um gás, pode ter influenciado os resultados nesta etapa do experimento.

Segundo Taiz & Zeiger (2006), o etileno pode ser produzido em quase todas as partes dos vegetais superiores, embora a taxa de produção dependa do tipo de tecido e do estágio de desenvolvimento. Várias evidências fisiológicas sustentam o papel do etileno no controle da senescência foliar. A produção de etileno é maior na abscisão foliar, na senescência da flor, bem como no amadurecimento de frutos.

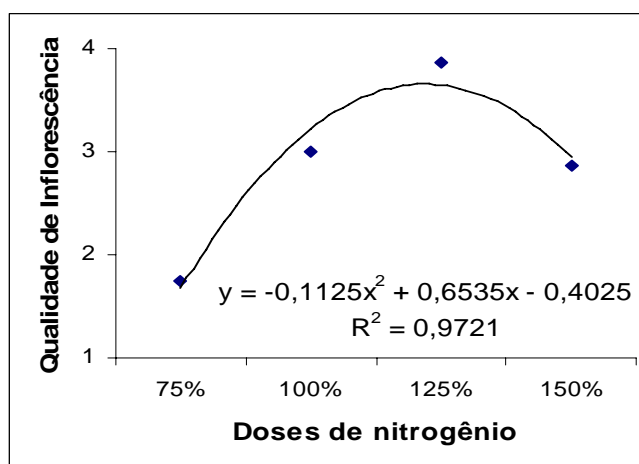


Figura 48. Qualidade da inflorescência de girassol ornamental, 9 dias após ponto de colheita, em função de doses de nitrogênio. Botucatu SP, FCA-UNESP, 2009.

4.4 Considerações finais

- A dose de 150% de nitrogênio possibilitou maior desenvolvimento das plantas através da maior altura, índice de coloração verde, condutividade elétrica, área foliar e massa seca total,
- O número de folhas e o diâmetro de planta foram favorecidos pela dose de 125% de nitrogênio,

- Para os índices fisiológicos, a menor dose de nitrogênio (75%) obteve maior taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo, enquanto que as doses de 125 e 150% possibilitaram maior razão de área foliar.
- De forma geral, acúmulo dos nutrientes foi favorecido pelas maiores doses de nitrogênio aplicadas.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode se concluir que:

A utilização de doses de nitrogênio mais elevadas ao utilizado atualmente pelo produtor é uma alternativa para se obter plantas com maior qualidade, e para minimizar a senescência foliar, podendo ser viável tecnicamente.

6 REFERÊNCIAS

ABAD, B.M.; NOGUEIRA, M.P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: Cadahia, C. Fertirrigacion: Cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa, p.287-339, 1998.

ANDREOTTI, M.; NAVA, I. A.; WIMMER NETO, L.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio e modos de adubação em cobertura sobre a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na “safra das águas”. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.27, n.4, p.595-602, 2005.

AGRIANUAL 2009: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2009. p.323.

ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, J. J. M.. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. DA; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L. F; STRIEDER M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13(2):158-167, 2001.

- BARRET, J. E.; PEACOCK, M. E.; NELL, T. A. Height control of *exacum* and *chrysanthemum* with paclobutrazol, XE-1019, flurprimidol and RSW-0411. Florida State Horticultural Society, v.99, 254-255, 1986.
- BEEVERS, L., HAGEMAN, R.H. Nitrate reduction in higher plants. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v.20, p.495-522, 1969.
- BELLÉ, S. Sistemas de irrigação e concentrações de adubação complementar na produção de *Gerbera jamesonii* cv 1187 em vaso. 1998. 122p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: Noções básicas. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, 2004, 42 p.
- BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H. J.; OMETTO, J. C.; ANGELOCCI, L. R.; LIBARDI, P. L. Deficiência hídrica em feijoeiro. I. Análise de crescimento e fenologia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 21 (7): 733-743, 1988.
- BLAMEY, F.P.C.; EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J. Nutritional disorders of sunflower. St Lucia, Queensland. University of Queensland. 1987. 72p.
- BRASIL. Métodos para análise de substratos para plantas e condicionadores de solos Diário Oficial da União, nº 99, seção 1, pág. 8-9 de 24/05/2007. 2007.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. Ciência Rural, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.
- BRUGINSKI, D. H. Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, v.2, 63-70, 2004.
- CANTARELLA, H. Adubação e calagem do girassol. III Simpósio Nacional de Girassol. XV Reunião Nacional de Girassol. Ribeirão Preto. Out/2003 (CD ROM).
- CARELLI, M. L. C.; UNGARO, M. R. G.; FAHL J. I.; NOVO, M. C. S. S. Níveis de nitrogênio; metabolismo, crescimento e produção de girassol. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 8,123-130, 1996.
- CARLUCCI, M. V.; FAHL, J. I.; MATTHES, L. A. F. Efeito de retardantes de crescimento em *Ruellia colorata*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 3, 103-106, 1991.
- CASTRO, C. E. F.; ANGELIS, B. L. D.; MOURA, L. P. P.; SILVEIRA, R. B.A.; NETO, G. A.; SATO, N. Manual de Floricultura, I Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, Maringá – PR. 1992. Anais... 27p.
- CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C.; HARDEN, B.; MCCALL, I.; GIBSON, J. L. Monitoring and managing pH and EC using the Pour-Thru Extraction Method.

- Horticulture Information Leaflet 590, New 7/2000. North Caroline State University, 2000. 17p.
- CAVINS, T. J. Adaptation of the pourthru nutrient extraction procedures to greenhousecrop production. 2002. 148 f. Tese (Doutorado) Faculty of North Carolina State University, 2002.
- CRAFTS-BRANDER, S.J.; HOLZER, R.; FELLER U. Influence of nitrogen deficiency on senescence and the amounts of RNA and proteins in wheat leaves. *Physiology Plantarum*, Oxford, v.102, p.192-200, 1998.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2. ed. Londrina: Ed. Plantas, 2004. 403 p.
- EVANGELISTA, A.R., LIMA, J.A. Silagem de girassol: cultivo e ensilagem. Disponível em http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_87.pdf Acesso em 08 de julho de 2008.
- FAGUNDES, J.D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A.M. de; BELLÉ, R.A.; STRECK, N.A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.987-993, jul-ago, 2007.
- , J.A. SILAGEM DE GIRASSOL
- FERNÁNDEZ, S.; VIDAL, D.; SIMON, E.; SOLE-SUGRANES, L. Radiometric characteristics of *Triticum aestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. *International Journal of Remote Sensing*, London, v.15, n.9, p.1867-1884, 1994.
- FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; ZUCARELI, V.; BOARO, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis). *Biotemas*, 21 (3):45-51. Setembro de 2008.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: *Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria*, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.
- FERREIRA, A. A., PEIL, R. M. N., ROXO, R. C. F. *Curso de hidroponia/cultivo sem solo*. Apostila. Pelotas. 2001. 42p.
- FREDEEN A.L.; GAMON, J. A.; FIELD C.O. Response of photosynthesis and carbohydrate partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field-grown sunflower. *Plant Cell and Environment*, Oxford, v.14, p.963-970, 1991.
- FURLANI, A.C.M.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C. *Composição mineral de diversas hortaliças*. *Bragantia*, Campinas, v.37, p.33-44, 1978.
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. J. MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Morphogenetic and structural responses of *Panicum*

maximum cv. Mombaça on different levels of nitrogen fertilization and cutting regimes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GARZA, M. S.; GONZÁLES, H. G.; GARCÍA, F. Z.; HERNÁNDEZ, B. C.; GARCIDUENAS, M. R. Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento de girasol. *Ciencia UANL*, 4, 69-75, 2001.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W. Growth and accumulation of nitrogen by sugarcane cultivated in soil covered with cane trash. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (11): 1347-1354, 2001.

GIANELLO C. In: *Princípios de Fertilidade do Solo*. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 1995

GUITMAN, M.R.; ARNOZIS, A. J.; BARNEIX, A. J. Effect of source-sink relations and nitrogen nutrition on senescence and N remobilization in the flag leaf of wheat. *Physiology Plantarum*, Oxford, v.82, p.278-284, 1991.

HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E; FLOKER, W.J. *Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants*. 2 ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988, 674p.

HERTIWIG, K.V. *Manual de herbicidas desfolhantes, desseccantes e fitoreguladores*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977. 480p.

HEISER, C. B. JR. Taxonomy of Helianthus and origin of domesticated Sunflower. *Sunflower Science and Technology*. In- *Agronomy A Series of Monographs*. Nº 19. The American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp.31-53. 1978.

HIGAKI T.; IMAMURA J. S.; PAULL R. E. N, P and K rates and leaf tissue standards for optimum Anthurium andraeanum flower production. *Hortscience* 27: 909-912. 1992

HODGES, T. Introduction. In: HODGES, T. *Predicting crop phenology*. Boston: CRC, 1991. p.1-2.

JENSEN, L.F. Cultivo de girassol ornamental em vasos com substrato casca de arroz carbonizada submetido a solução nutritiva. 2004. *Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia Elizeu Maciel*. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 36p.

JOEL, G.; GAMON, J. A.; FIELD, C. B. Production efficiency in sunflower: the role of water and nitrogen stress. *Remote Sensing of the Environment*, Cleveland, v.62, p.176-188, 1997.

JOLY, A.B. *Botânica introdução a taxonomia vegetal*. 11.de. São Paulo: Editora Nacional, 1993. 777p.

- KÄMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.
- LEITE, R.M.VILLAS BOAS de C.; BRIGUENTHI, A.M., CASTRO, C. de. Girassol no Brasil. 1.ed. Londrina, Embrapa 2005.
- LIN, W. C.; FRENCH, C. J. Effects of supplementary lighting and soil warming on flowering of three gerbera cultivars. HortScience, v. 20, n. 2, p. 271-273, 1985.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. p.423.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: Fisiologia Vegetal. EDUSP, São Paulo, Brasil, p. 331-350, 1986.
- MAKINO, A.; SAKASHITA, H.; HIDEIMA, J.; MAE, T.; OJIMA, K.; OSMOND, B. Distinctive responses of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase and carbonic anhydrase in wheat leaves to nitrogen nutrition and their possible relationships to CO₂ transfer resistance. Plant Physiology, Sendai, n.100, p.1737-1743, 1992.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.S.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINS, D. Classificação climática – Botucatu (SP). Botucatu: Departamento de Ciências Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2003. Não paginado.
- MATTOS, J.K.A. Plantas medicinais: aspectos agronômicos. Brasília: Gráfica Gutenberg, 1996. 51p.
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; PEREIRA, In: JENSEN, L.F.: Cultivo de girassol ornamental em vasos com substrato casca de arroz carbonizada submetido à solução nutritiva. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia Elizeu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 36p, 2004.
- MERCÚRIO G. Gérbera cultivation in greenhouse. The Netherlands. Schreurs, 2002. 206p.
- MILTHORPE, F. L. & MOORBY, J. Some aspects of overall growth and its modification. In – An introduction to crop physiology. Cambridge University Press, London, p.152-179, 1974.
- MOREIRA, P.A.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; NOVELINO, J. O.; GONÇALVES, M. C.; ROBAINA, A. D. Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v.8, n.1, p.18-23, 2005.

- NEVES, M. B., Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos em dois substratos, com solução nutritiva e em solo. 2003. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2003, Ilha Solteira. o (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produçental
- NEVES, M. B., Zinco e retardante de crescimento no desenvolvimento de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) CV. Sumbrighth cultivado em solução nutritiva. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu 2008.
- ORDONEZ A.A. El cultivo del girasol, 1990, Ediciones Mundi – Prensas – Madrid. p 29 – 69.
- OSETO, C.Y.; CHARLET, L.D.; BUSACCA, J.D. Effects of planting date on damage caused by the banded sunflower moth (Lepidoptera: Cochylidae) in the northern great plans. *Journal Economic Entomology*, v.82, n.3, p.910-912, 1989.
- PIRES, J. C. Introdução, Botânica e Melhoramento. In: *Cultura do girassol (Helianthus annuus L.)*. Trabalho apresentado pelos alunos do Curso de Pós Graduação em Agronomia – Agricultura-Campus de Botucatu-UNESP.1991.149p.
- PORTES, T. A.; CASTRO JUNIOR, L. G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.3, n.1, p.53-60, 1991.
- POVH, J. A. Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de *Salvia officinalis* L. e na produção de óleo essencial. 2004. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu.
- PUTT, E.D. Early histor y of sunflower. In: SCHNEITER, A.A. (Ed.). *Sunflower technology and production*. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p.1-19.
- REID, M.S. Produce facts sunflower recommendations for maintaining postharvest quality. In: *Postharvest Technology Research & Information Center*. Davis: University of California, 2004. Acesso em: 25 novembro 2008. On line. Disponível em: <http://postharvest.ucdavis.edu/produce/ProduceFacts/orn/sunflower.pdf>.
- ROBINSON, R. G.; BERNAT, L. A.; GEISE, H. A.; JOHNSON, F. K.; KINMAN, M. L.; MADER, E. L. R.; OSWALT, M.; PUTT, E. D.; SWALLERS, C. M.; WILLIAMS, J. H. *Sunflower Development at Latitudes Ranging from 31 to 49 Degrees Crop Sci* 1967: 134-136.
- RODRIGUES, B. N.; PITELLI, R. A. Efeito da calagem do solo sobre o crescimento inicial e absorção de macronutrientes em trapoeraba (*Commelina benghalensis*). *Planta Daninha*, 13 (2): 59-68, 1995.
- RODRIGUES, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.

SANTOS, F.R.P. dos, MENDONÇA, C.P., CASTILHO, R.M.M., BRANDINI, O.L. Produção de girassol ornamental em campo e vaso. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 13º, São Paulo, 2001, Anais... p.103.

SCHEFFER, M.C. Roteiro para estudo de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUS-PR/CEMPAR. SOB Informa, v.10, n.2, p.29-31, 1992.

SCHOELLHORN, R.; EMINO, E.; ALVAREZ, E. Specialty cut flower production guides for Florida: sunflower. Gainesville: University of Florida, IFAS Extension, 2003. 3p.

SEBRAE. Coleção agroindústria, 11. 2000.

SEBRAE. Mercado de Floricultura. Revista Sebrae Floricultura. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/setor/floricultura/mercado> acessado em 29 de Novembro de 2007.

SEILER, G.J. Anatomy and Morphology of sunflower. In: SCHNEITER, A.A.(Ed.) Sunflower science and technology. Madison, v.21, p901-903, 1981.

SENTELHAS, P.C.; NOGUEIRA, S.S.S.; PEDRO Jr.; SANTOS, R.R. Temperatura-base e graus-dia para cultivares de girassol. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.2, p.43-49, 1994.

SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L. Época da semeadura em girassol: I. Efeitos no rendimento de grãos, componentes do rendimento, teor de e rendimento de óleo. Lavoura Arrozeira, v.38, n.361, p.20-27,1985.

SILVEIRA, E.P.; ASSIS, F.N.; GONÇALVES, P.R.; ALVES, G.C. Épocas de semeadura no sudeste do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.25, n.5, p.709-720, 1990.

SILVEIRA, R.B. de A. Tentativas de padronização de crisântemos de corte para o Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, SP. v.3, n.2, p.10-14, 1997.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Science, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

SMART, C.M. Gene expression during leaf senescence. New Phytologist, Lancaster, v.126, p.419-448, 1994.

SONNEVELD, C.; VAN ELDEREN, C.W. Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v. 5, p. 183-202, 1994.

STRECK, N.A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAEZINGER, S. P. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified wang and Engel model. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v.115, n.2-3, p.139-150, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TEDESCO, M. J. In: *Princípios de Fertilidade do Solo*. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 1995.

TERRA, S. B. Crescimento e estado nutricional de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) cultivado em vaso sob fertirrigação. Tese (Doutorado) 85p. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2004

UESB. Produção de crisântemo em vasos, disponível em:

<http://www.uesb.br/flower/alunos/crisantemo/crisantemo.html> acessado em 25 de maio de 2009.

UNGARO, M.R.G.; SENTELHAS, P.C.; TURATTI, J.M.; SOAVE, D. Influência da temperatura do ar na composição de aquênios de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n.4, p.351-356, 1997.

VALMORBIDA, J. Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L. 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VERNIERI, P., INCROSSI, G., TOGNONI, F., SERRA, G. Effect of cultivar, timing, growth retardants, potting type on potted sunflowers production. *Acta Hort. (ISHS)* 614:313-318. 2003.

VRANCEANU, A.V. *El girasol*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1977. 379p.

WATANABE, A. A. Desenvolvimento de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L. cv. Fascino) com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de daminoside. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

WEAVER, R. *Plant Growth substances in agriculture* San Francisco. Freeman and Company. San Francisco, 1972.

WHYPKER, B.; DASOJU, S.; MCCALL, I. *Guide to successful pot sunflower Production*. Department of Horticultural Science. Horticulture information Leaflet, 1998.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. *Crop Science*, Madison, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

ANEXO

Tabela 35. Teor (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) e acúmulo (g planta^{-1} e mg planta^{-1}) dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) na folha sadia (F.sad.), folha senescente (F.sns.), haste (H) e inflorescência (I) de girassol ornamental comercializável, adquirido com produtor comercial de girassol ornamental. Botucatu, SP, FCA-UNESP, 2009.

	F. Sad.	F. sns.	H.	I.	F. Sad.	F. sns.	H.	I.
	----- g kg^{-1} -----				----- g planta^{-1} -----			
N	25	15	8	27	0,16	0,05	0,06	0,33
P	6,1	5,7	5,3	6,8	0,04	0,02	0,04	0,08
K	42	43	34	42	0,27	0,16	0,28	0,51
Ca	19	24	8	12	0,12	0,09	0,06	0,14
Mg	6,6	8	4,2	5,1	0,04	0,03	0,03	0,06
S	2,4	3,1	1,2	2,4	0,01	0,01	0,009	0,02
	----- mg kg^{-1} -----				----- g planta^{-1} -----			
B	98	127	36	75	0,65	0,49	0,29	0,92
Cu	5	4	5	7	0,03	0,01	0,04	0,08
Fe	71	90	22	52	0,47	0,35	0,18	0,64
Mn	122	134	56	74	0,81	0,52	0,46	0,91
Zn	105	107	191	72	0,69	0,41	1,58	0,89

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)