

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

**FERTIRRIGAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, EM  
PLANTAS DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.)**

**IEOSCHUA KATZ**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU – SP  
Dezembro – 2004

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

**FERTIRRIGAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, EM  
PLANTAS DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.)**

**IEOSCHUA KATZ**

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Pádua Sousa

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU – SP  
Dezembro – 2004



Foto: Katz, I., 2003

## **LISIANTHUS**

***Eustoma grandiflorum* Raf.Shinn.**

## HOMENAGEM PÓSTUMA AO MEU MELHOR AMIGO

Pai,

Você educou, aconselhou, transmitiu todos os conceitos de humildade, retidão de conduta, honestidade, encaminhou-me para vida e ajudou-me na transformação de um verdadeiro cidadão que hoje sou.

Se entre nós estivesse, com certeza com muito júbilo e regozijo, estaria vibrando pela minha conquista.

Como discípulo de seus mais nobres ensinamentos segui à risca àquelas que foram sempre a sua marca; perseverança, coragem, bom humor e principalmente humildade.

Seu maior sonho, nas dificuldades que enfrentou ao longo de sua vida, era ter um dia um filho doutor, para que nunca precisasse passar nesta vida por tantas dificuldades e privações.

Quero te dizer que eu consegui, por mim e por você.

No trabalho que desenvolvi nesta pesquisa, esforcei-me dando o melhor de mim sempre pensando em você.

As plantas cresceram, as flores florescerem em abundância, e exuberância, você as apreciaria muito.

Obrigado por tudo.

Do seu filho

Ieschua

“ Não são os sonhos que devem vir a seu encontro, é você que deve levantar-se e tomar a firme decisão de conquistá-los ainda que o mundo torne esquivas as oportunidades e esbanje dificuldades. Os sonhos valem a pena ”

“ O Estado de São Paulo, 25/09/2002”

“ Três coisas na vida não tem volta:

um: a flecha atirada;

dois: a palavra proferida;

três: a oportunidade perdida ”

- Provérbio oriental

“ Folha de São Paulo, 27/04/2003”

-Aos meus pais, Gerszon e Sarah, pelos ensinamentos ao longo da vida, pela base na minha formação e educação, minha eterna dívida de gratidão.

*OFEREÇO*

-À minha esposa Elizabeth, pessoa especial, companheira e amiga nas horas boas e nas mais difíceis, e aos meus filhos, Marcelo, Marcio e Michele, pelo apoio, incentivo, e compreensão durante o período da minha ausência.

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me iluminado na hora certa e permitido a realização desse sonho;

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista, FCA/UNESP, pela oportunidade da realização do programa de pós-graduação nível de Doutorado na área de Irrigação e Drenagem no Departamento de Engenharia Rural;

Ao Prof. Dr. Antônio de Pádua Sousa, (FCA/UNESP) que, como orientador sempre soube conduzir-nos com sabedoria e competência no desenvolvimento, tanto do curso de doutorado, como na realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. João Cury Saad pela oportunidade e incentivo;

Ao Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, pelos ensinamentos ;

A todo corpo docente do curso de pós graduação em Irrigação e Drenagem da FCA- UNESP de Botucatu, pelos ensinamentos;

À Empresa Terra do Paraiso, pelo fornecimento do substrato; utilizado nesta pesquisa;

À Empresa Hydro Fertilizantes, pelo fornecimento dos fertilizantes;

Ao Eng. Agr. Antonio Gil Simões pelo apoio, e incentivo;

Ao Eng. Agr. Antonio Ribeiro da Cunha pelo apoio, e inestimável auxílio;

A Sra. Izabel Yamagushi, produtora de mudas de lisianthus em Atibaia- SP, pelo fornecimento do material para condução deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior ( CAPES ), que através do programa de bolsas de estudo concedeu-me suporte financeiro para a realização deste projeto;

Ao colega Prof. Dr. Antônio Ricardo S. Andrade, pela sua humildade, generosidade, inestimável ajuda em todos os momentos que necessitamos;

Aos colegas Carlos Baca Garcia e Marcio Furlan Maggi companheiros de “república”, pelo apoio e amizade;

Aos colegas Osmar Delmanto Júnior, Egberto Egon de Herdani e Cristina M. de Alencar, pelo apoio e amizade nos bons e maus momentos;

Aos colegas Rogério Oliveira de Sá, Marcio Martinello Sanches, André Ferreira do Nascimento, Douglas Rodrigues Martins, colegas de “república” pelo apoio e incentivo nos momentos finais da elaboração deste trabalho.

A todos os colegas de pós-graduação, em especial, do curso de Irrigação e Drenagem, Marcelo C. Lopes, Fernando J. Muçouçah, Mariana Muçouçah, Magali Ribeiro, Hector A. Miranda, Marcos D. Silveira, Alexandre Dalri, Marcus V. A. M. de Oliveira, Edivaldo Alves Pereira, Jair Antonio Cruz e tantos outros;

A estagiária, técnica em pecuária Susana Raquel Beraldo pela dedicação, empenho pessoal, e inestimável ajuda;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Pedro Alves, Adão G. Souza, Antonio Pereira, Gilberto Winckler, Silvio S. S. Scolastici, Rosangela C. Moreci, Rita C. M. Araújo, Maria A. Gonçalves, pela dedicação e amizade;

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel, pela acolhida e amizade ao longo da condução do experimento, Nilton Aparecido de Moraes, Antonio Bernardo, Antonio Carlos Pascotto, Antonio Luiz Batista dos Santos, Aparecido Campanucci, Aparecido Donizetti Batista dos Santos, Celso Guimarães, Emivaldo Gomes Veloso, Geraldo Lourençon, Joaquim Davi Nunes, José Bernardo, José Luiz Zanella, Laércio Miroglia, Ludimar de Albuquerque, Luiz Antonio Gallo, Benedito Otávio Costa, Vicente Cipriano, Aparecido Colla, Lourenço Domingues de Oliveira, Vicente Aparecido Alves, Mario Beato da Silva Filho, Luiz Antonio da Silva, José Aparecido Miroglia, Luiz Alberto Martin Claro, Antonio Ângelo Qualio, Adélio Dias Lopes, Jair Pintor, Antonio Benedito Cavalheiro e José Roberto Munhoz. Especial referência a José Carlos Coelho e José Geraldo Severino Campos.

As funcionárias da biblioteca, Maria Ines A. Cruz, Helen S. Sato, Célia, Denise Melo Nogueira de Assis, Nilson de Camargo, Maria Aparecida Martins Alho, Marli Leão, Rita de Cássia Colognesi Contin, Solange Aparecida Paulossi Spadim, Maria do Carmo Barbosa, Ermete Nibi Neto e Joel Di Creddo.



## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	XIII
LISTA DE FIGURAS .....	XVII
RESUMO .....	1
SUMMARY .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	9
2.1 A cultura do lisianthus .....	9
2.2 Taxonomia da família Gentianaceae .....	10
2.3 Quimigação .....	11
2.4 Fertirrigação .....	12
2.4.1 Manejo da irrigação/fertirrigação .....	13
2.4.2 Capacidade de campo (Cc), ou limite superior (LS) e ponto de murcha permanente (PMP), ou limite inferior (LI) .....	14
2.4.3 Formas de apresentação da água do solo .....	15
2.4.4 Controle da irrigação em vasos com substrato .....	16
2.5 Nitrogênio .....	17
2.5.1 Assimilação do nitrogênio .....	19
2.5.2 Nitrogênio na planta .....	21
2.5.3 Transporte de substâncias nitrogenadas via floema .....	21
2.5.4 Índice relativo de clorofila – SPAD .....	21
2.6 Análise de crescimento .....	24
2.6.1 Índices fisiológicos .....	25
2.6.1.1 Massa seca (MS) .....	25
2.6.1.2 Área foliar (AF) .....	26
2.6.1.3 Área foliar específica (AFE) em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ .....	26
2.6.1.4 Taxa de assimilação líquida (TAL) em $\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ .....	26
2.6.1.5 Taxa de crescimento relativo (TCR), em $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ .....	27
2.6.1.6 Razão de área foliar (RAF) $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ .....	27

2.6.1.7 Duração da área foliar (DAF) $\text{dm}^2 \text{dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ .....	28
2.7 Trocas gasosas .....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3.1 Local do experimento.....	30
3.2 Instalação do experimento.....	30
3.3 Cultura e preparo das mudas.....	34
3.3.1 Substrato.....	34
3.3.2 Recipientes.....	34
3.3.3 Semeadura e transplântio das mudas.....	34
3.4 Condução e avaliação da cultura .....	35
3.4.1 Tratos culturais .....	36
3.5 Monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, radiação fotossinteticamente ativa e radiação solar global .....	36
3.6 Delineamento experimental .....	37
3.7 Manejo e avaliação da irrigação .....	38
3.8 Característica do sistema de irrigação .....	41
3.9 Consumo de água durante a condução do experimento .....	41
3.10 Monitoramento da condutividade elétrica (CE), pH, temperatura da água utilizada na irrigação e fertirrigação (tanque e pet) .....	41
3.11 Avaliação do sistema de irrigação.....	42
3.12 Manejo da fertirrigação.....	43
3.13 Nitrogênio.....	44
3.13.1 Molibdênio.....	46
3.13.2 Cálcio.....	47
3.14 Características do sistema de injeção utilizado na fertirrigação .....	47
3.15 Equipamentos utilizados no manejo da fertirrigação .....	48
3.15.1 Estação de controle .....	48
3.16 Equipamentos auxiliares .....	48
3.16.1 Painel elétrico .....	48
3.16.2 Conjunto motobomba .....	48

3.17	Variáveis de crescimento .....	48
3.17.1	Medidas de crescimento .....	49
3.17.2	Diâmetro da base do caule .....	49
3.17.3	Número de folhas .....	49
3.17.4	Distância de internódios até o “Pinch”.....	49
3.18	Preparo das amostras para análise química de nutrientes e fitomassa seca .....	50
3.19	Análise de crescimento .....	50
3.19.1	Matéria seca (MS) .....	51
3.19.2	Área foliar (AF) .....	51
3.20	Índices fisiológicos utilizados na análise de crescimento .....	51
a)	Área foliar específica (AFE) em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ .....	52
b)	Taxa assimilatória líquida (TAL), em $\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ .....	52
c)	Taxa de crescimento relativo (TCR), em $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ .....	52
d)	Razão de área foliar (RAF), em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ .....	53
e)	Duração da área foliar (DAF), em $\text{dm}^2 \text{dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ .....	53
3.21	Trocas gasosas .....	53
3.22	Clorofila .....	54
3.23	Nitrogênio (N) haste/folha .....	55
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
4.1	Avaliação do sistema de irrigação .....	56
4.2	Manejo da irrigação .....	58
4.3	Nitrogênio .....	59
4.4	Medidas biométricas de crescimento .....	65
4.4.1	Altura do pedúnculo e altura das plantas .....	65
4.4.2	Diâmetro das hastes .....	69
4.4.3	Número de internódios e distância entrenós .....	71
4.4.4	Número de folhas .....	74
4.5	Índices fisiológicos .....	76
4.5.1	Matéria seca da haste (MSH) e matéria seca da folha (MSF) .....	77
4.5.2	Taxa de assimilação líquida (TAL) .....	81

4.5.3 Taxa de crescimento relativo (TCR) .....	84
4.5.4 Área foliar (AF) .....	87
4.5.5 Razão de área foliar (RAF) .....	89
4.5.6 Área foliar específica (AFE) .....	91
4.5.7 Duração da área foliar (DAF) .....	93
4.6 Trocas gasosas .....	95
4.7 Índice de Clorofila (SPAD) .....	98
4.8 Índices de produção .....	100
5. CONCLUSÕES .....	105
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106
APÊNDICE .....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Análise química do substrato utilizado com plantas de lisianthus, São Manuel, 2003. ....	34
2 Cronograma das principais atividades realizadas .....	36
3 Programa fitossanitário de combate a pragas e doenças realizado durante o experimento com plantas de lisianthus .....	36
4 Condutividade elétrica da água de irrigação coletada nos reservatórios no início do experimento às 09h:00 min .....	42
5 Monitoramento da temperatura da água de irrigação, solução da fertirrigação via tanque, solução com nitrogênio via pet e solução para pulverização de cloreto de cálcio .....	42
6 Caracterização dos tratamentos com nitrogênio efetuados durante a pesquisa .....	45
7 Dosagem total de nitrogênio, na forma de nitrato de amônio (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ) utilizadas durante a pesquisa por vaso, em cada tratamento .....	46
8 Condutividade elétrica (CE) da solução contendo Nitrato de Amônio (ao longo do experimento), em função dos tratamentos .....	46
9 pH e condutividade elétrica (CE) da solução com cloreto de cálcio, nas diversas concentrações, utilizadas na pulverização foliar .....	47
10 Equações e análise de regressão para o nitrogênio (N) haste e folha em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio São Manuel, SP. 2003 .....	60
11 Equações e análise de regressão para o acúmulo de nitrogênio (N) haste e folha em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003. ....	64
12 Equações e análise de regressão para a variável “Altura das plantas” em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	67

13	Equações e análise de regressão para a variável “diâmetro das hastes” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP.2003 .....	70
14	Equações e análise de regressão para a variável “número de internódios” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio São Manuel, SP. 2003 .....	71
15	Equações e análise de regressão para a variável “distância entrenós” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	72
16	Equações e análise de regressão para a variável “número de folhas” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	74
17	Equações para variação da matéria seca total (MST) e matéria seca da folha (MSF) de Lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	76
18	Equações e análise de regressão para massa seca da haste – MSH (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	78
19	Massa seca da haste – MSH (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	78
29	Massa seca da folha - MSF (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	81
21	Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	83
22	Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g g}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação São Manuel, SP. 2003 .....	85
23	Área foliar - AF ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	88
24	Razão de área foliar - RAF ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel,SP. 2003 .....	90

25	Área foliar específica – AFE ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) do lisianthus em relação aos dias após o pinch, em função da aplicação das diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	92
26	Duração de área foliar - DAF ( $\text{dm}^2 \text{ dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	94
27	Funções para variação da clorofila (SPAD) em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio .....	99
28	Análise de regressão para a variável “massa seca de botões florais” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio .....	101
29	Análise de regressão para a variável “número de botões florais” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio .....	102
30	Análise de regressão para a variável “número de botões florais abertos” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio .....	103
31	Análise de regressão para a variável “número de botões florais fechados” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio .....	104
32	Análise de variância para a variável analisada “clorofila”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	127
33	Análise de variância para a variável analisada “diâmetro da haste”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	128
34	Análise de variância para a variável analisada “altura das plantas”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	129
35	Análise de variância para a variável analisada “número de internódios”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	130
36	Análise de variância para a variável analisada “distância entrenós”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	131
37	Análise de variância para a variável analisada “nitrogênio haste/folha”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	132
38	Análise de variância para a variável analisada “número de folhas”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	133

39	Análise de variância para a variável analisada “peso da matéria seca dos botões florais”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	134
40	Análise de variância para a variável analisada “pedúnculo”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	135
41	Análise de variância para a variável analisada “número total de botões florais”, nas diferentes doses de nitrogênio .....	136
42	Análise de variância para a variável analisada “ botões florais abertos”.....	137
43	Análise de variância para a variável analisada “ botões florais fechados”.....	137



## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 a) Detalhe de construção do ripado, b) Detalhe dos vasos no ripado, c) Detalhe das mesas com ripado .....	32
2 Detalhes do projeto de irrigação .....	33
3 a) Conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre; b) Conjuntos de radiômetros para medição da radiação fotossinteticamente ativa e radiação solar global c) Sistema de aquisição automática de dados meteorológicos (“Micrologger CR 23X”) São Manuel, SP. 2003 .....	37
4 a) Detalhe do método da pesagem utilizado, nos vasos sem plantas de lisianthus. b) Detalhe do método da pesagem utilizado, nos vasos com plantas de lisianthus. São Manuel, SP. 2003 .....	39
5 a) Detalhes da fertirrigação com nitrogênio, nas garrafas “pet”. b) Detalhe do teste de uniformidade de emissão do sistema de irrigação com os coletores .....	43
6 a) Calibração do “IRGA” para leitura das trocas gasosas; b) Introdução do aparelho na folha de lisianthus, para leitura das trocas gasosas; c) Leitura das trocas gasosas. São Manuel, SP. 2003 .....	54
7 Leituras do índice de clorofila, realizadas com o auxílio do aparelho Minolta SPAD- 502 . São Manuel, SP. 2003 .....	55
8 Conteúdo de Nitrogênio (N) haste e folha em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses, via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	61
9 a) Plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N), durante a fase de desenvolvimento. b) Produção de botões florais em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003 .....	61
10 Razão do peso da haste, folha e flor em lisianthus, submetidos a diferentes doses de nitrogênio, via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	63
11 Acúmulo de nitrogênio (N) em haste e folha em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses, via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003. ....	64
12 Altura do pedúnculo em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP.2003 .....	65

13	Altura das plantas (AP) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	67
14	Diâmetro das hastes em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003 .....	70
15	Número de internódios em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003 .....	73
16	Distância entrenós em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003 .....	73
17	Número de folhas em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003 .....	75
18	Massa seca da haste – MSH (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	79
19	Massa seca da folha - MSF (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	81
20	Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	84
21	Taxa de crescimento relativo - TCR ( $\text{g g}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação São Manuel, SP.2003 .....	86
22	Área foliar - AF ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação – São Manuel, SP. 2003 .....	88
23	Razão de área foliar - RAF ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	90
24	Área foliar específica - AFE ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) do lisianthus em relação aos dias após o “pinch” em função da aplicação das diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	93
25	Duração de área foliar - DAF ( $\text{dm}^2 \text{ dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003 .....	95
26	Valores médios para a taxa de assimilação de $\text{CO}_2$ (A), condutância estomática (B), transpiração (C) e concentração interna de $\text{CO}_2$ (D) em resposta a diferentes doses de nitrogênio em lisianthus, <i>Eustoma grandiflorum</i> . São Manuel, SP. 2004 ..	97

27	Valores médios de SPAD (A) e nitrogênio na biomassa aérea (C) de lisianthus ( <i>Eustoma grandiflorum</i> ) suas correlações com a taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (B e D) resposta a diferentes doses de nitrogênio em lisianthus, <i>Eustoma grandiflorum</i> . São Manuel, SP. 2004 .....	98
28	Índice de clorofila (SPAD), em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	100
29	Massa seca de botões florais (g), em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	101
30	Número de botões florais, em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	102
31	Número de botões florais abertos, em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	103
32	Número de botões florais fechados, em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003 .....	104
33	Temperatura máxima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003 .....	123
34	Temperatura mínima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003 .....	123
35	Umidade relativa máxima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003 .....	124
36	Umidade relativa mínima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003 .....	124

37	Radiação “PAR” registrada por radiômetros conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003 .....	125
38	Radiação solar global registrada por radiômetros conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003 .....	125
39	(Foto 1) Revestimento com blocos de concreto assentados na posição “deitado,” abaixo dos ripados, para permitir um melhor controle térmico .....	126
40	(Foto 2) Diferentes colorações de flores em plantas de lisianthus, ocorridas durante a condução do experimento. São Manuel, SP. 2003 .....	126

FERTIRRIGAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO EM PLANTAS DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) Botucatu, 2004

Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: IEOSCHUA KATZ

Orientador: ANTÔNIO DE PÁDUA SOUSA

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf. Shinn)) cultivadas em vasos, em ambiente protegido, submetidas a diferentes doses de nitrogênio aplicados via fertirrigação.

O modelo estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, com seis tratamentos, constituído por 6 doses de nitrogênio, na forma nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), distribuídos da seguinte forma: a) tratamento 1 (T1) 62,5 mg de N /vaso , b) tratamento 2 (T2) 125,0 mg de N/vaso , c) tratamento 3 (T3) 187,5 mg de N/vaso , d) tratamento 4 (T4) 250,0 mg de N/vaso, e) tratamento 5 (T5) 312,5 mg de N/vaso, f) tratamento 6 (T6) 375,0 mg de N/vaso , com cinco repetições, num total de 30 parcelas.

Cada parcela experimental, possuía um comprimento de 1,85 m, composta por cinco fileiras com quatro vasos em cada uma, perfazendo um total de 20 vasos. Nessas, duas plantas cada, totalizando 40 plantas úteis por parcela, sendo 24 plantas destinadas a análise de crescimento, índice relativo de clorofila, análise química do nitrogênio e componentes da produção. Sendo, as demais 16 plantas utilizadas para medição de outros parâmetros. Os resultados foram analisados estatisticamente com o programa computacional SISVAR, tomando-se como base da análise os dados das variáveis analisadas, a média de 4

plantas em cada 2 vasos coletados por tratamento e por repetição em cada uma das diferentes datas. As variáveis para análise de crescimento foram analisadas com o programa computacional ANACRES, tomando-se como base da análise dos dados as médias de cada um dos tratamentos e das repetições.

As características avaliadas foram: a) Avaliação do sistema de irrigação; b) Nitrogênio; c) Medidas biométricas de crescimento; altura do pedúnculo e altura das plantas, diâmetro das hastes, número de internódios e distância entrenós, número de folhas. d) Índices fisiológicos; Matéria seca da haste (MSH), Taxa assimilatória líquida (TAL), Matéria seca da folha (MSF), Taxa de crescimento relativo (TCR), Área foliar (AF), Razão de área foliar (RAF), Área foliar específica (AFE), Duração da área foliar (DAF); e) trocas gasosas; f) índice de clorofila (SPAD); g) componentes da produção: número de botões florais, botões florais abertos, botões florais fechados, massa seca de botões florais. Nas diferentes épocas de coleta das amostras para análise foliar (21 em 21 dias), em seis diferentes épocas de coleta, 0, 21, 42, 63, 84, e 105 DAPI (dias após o “pinch”).

Os resultados apresentados de produção fotossintética para massa seca da haste, folha e botões florais aos 105 DAPI foram os seguintes: a) haste 50 mg de N – 15,28 g; 100 mg de N - 18,14 g; 150 mg de N - 18,17 g; 200 mg de N - 20,19 g; 250 mg de N - 20,44 g; 300 mg de N – 23,99 g; b) folhas 50 mg de N – 12,13 g; 100 mg de N - 13,17 g; 150 mg de N - 14,39 g; 200 mg de N - 15,35 g; 250 mg de N – 14,94 g; 300 mg de N – 17,11 g; c) massa seca de botões florais: 50 mg de N – 7,4 g; 100 mg de N – 9,2 g; 150 mg de N – 9,4 g; 200 mg de N – 11,4 g; 250 mg de N – 14,4 g; 300 mg de N – 15,8 g. A produção do número total de botões florais : 50 mg de N – 29; 100 mg de N – 35; 150 mg de N – 38,8; 200 mg de N – 42,6 250 mg de N – 51,4; 300 mg de N – 62,2. Concluiu-se, com base nos resultados que o tratamento de 300 mg de N proporcionou maior produção de botões florais, promoveu aumento nos conteúdos da clorofila foliar e de biomassa aérea, que por sua vez, contribuíram para um aumento da fotossíntese em *lisianthus*

---

Palavras chave: *Lisianthus*, fertirrigação, irrigação, trocas gasosas, índice relativo de clorofila, análise de crescimento

FERTIGATION WITH DIFFERENT NITROGEN RATES IN PLANTS OF LISIANTHUS  
(*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) Botucatu, 2004

Thesis (Doctorate in Agronomy/ Irrigation and Drain) - Faculdade de Ciências Agronômicas,  
Universidade Estadual Paulista.

Author: IEOSCHUA KATZ

Adviser: ANTÔNIO DE PÁDUA SOUSA

## SUMMARY

The objective of this work was evaluate the growth and development of plants of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf. Shinn)). The plants were planted in pots, in greenhouse conditions. It was offering different nitrogen doses and it was applied by fertirrigation.

The statistical model used was the experimental analysis completely casual, with six treatment, with 6 doses of nitrogen, in the form of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , distributed of the follow form: a) treatment 1 (T1) 62,5 mg de N/pot, b) treatment 2 (T2) 125,0 mg de N/pot, c) treatment 3 (T3) 187,5 mg de N/pot, d) treatment 4 (T4) 250,0 mg de N/pot, e) treatment 5 (T5) 312,5 mg de N/pot, f) treatment 6 (T6) 375,0 mg de N/pot, with five repetitions, with a total of 30 experimental parts.

Each experimental parts, had 1,85 m of length, with five lines with four pots in each one, having a total of 20 pots. Each pot had two plants, with a total of 40 plants for each experimental part; 24 plants were taken to do the growth analyses, chlorophyll relative level, nitrogen chemistry analyses and production components. The others 16 plants were used for take the measurements of the other parameters, with 30 experimental parts in total. It was done the statistical analyses of the results using the computer program SISVAR, it was taken the average of 4 plants of each 2 pots by treatment and by repetition in each

different date. The data for growth analyses were analyzed with a computer program ANACRES; it were taken the average of each treatment and repetitions.

The evaluated characteristics were: a) Physiologic: relative growth rate (RGR), liquid assimilation rate (LAR), reason of leaf area (RLA), length of leaf area (LLA); b) biometric: dry mass, leaf area, number of leaves, diameter of the base of the stalk, height of the plant, number of internodes, distance between of internodes; production components: total number of the flowers bud (opened and closed), dry mass of flowers bud; d) chemistry analyses of the nitrogen in the dry mass of the stalk and leaf; e) gases exchange, relative chlorophyll rate. In the different time of the collection of the samples for the leaf analysis (each 21 days), in six different collection time, 0, 21, 42, 63, 84, e 105 DAPi (days after the pinch).

The results of the photosynthetic production for dry mass of the stalk, leaf and flower bud on the 105 DAPi, were: a) Stalk 50 mg de N – 15,28 g; 100 mg de N - 18,14 g; 150 mg de N - 18,17 g; 200 mg de N - 20,19 g; 250 mg de N - 20,44 g; 300 mg de N – 23,99 g; b) leaves 50 mg de N – 12,13 g; 100 mg de N - 13,17 g; 150 mg de N - 14,39 g; 200 mg de N - 15,35 g; 250 mg de N – 14,94 g; 300 mg de N – 17,11 g; c) dry mass of the flower buds: 50 mg de N – 7,4 g; 100 mg de N – 9,2 g; 150 mg de N – 9,4 g; 200 mg de N – 11,4 g; 250 mg de N – 14,4 g; 300 mg de N – 15,8 g. The production of the total number of flower buds: 50 mg de N – 29; 100 mg de N – 35; 150 mg de N – 38,8; 200 mg de N – 42,6 250 mg de N – 51,4; 300 mg de N – 62,2. The conclusion, in base of the results obtained was that the treatment of 300 mg of N caused more production of flowers bud, also it promoted the rise of the leaf chlorophyll content and of the air biomass and because of this, it was caused a rise of the photosynthesis in *Lisianthus*.

---

Key words: *Lisianthus*, fertirrigation, irrigation, gases exchange, chlorophyll relative level, growth analyses.



## 1. INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de flores vem apresentando nos últimos anos um crescimento da ordem de 23% ao ano, passando de US\$ 700 milhões (valor no varejo) em 1995, para um valor estimado em US\$ 1,3 bilhões em 1998. A floricultura paulista ocupa 60% do mercado nacional, com um movimento no varejo representando receita aproximada de US\$ 800 milhões, segundo Kiyuna (1998).

O consumo *per capita* do consumidor brasileiro é muito baixo, quando comparado aos consumidores dos países chamados desenvolvidos, não ultrapassando R\$ 18,00 ao ano. A diferença de consumo de flores no Brasil diante de outros países, permite dizer que se está diante de um imenso potencial de mercado de flores inexplorado no País, que poderia merecer um papel de destaque na geração de empregos, e no crescimento da agricultura familiar.

No Brasil, a profissionalização e a versatilidade comercial da floricultura, são fenômenos recentes da história dessa atividade. Apesar disso, o setor acumula números expressivos, aproximadamente 2,6 mil produtores, exercendo a atividade em uma área próxima dos 5,2 mil hectares, anualmente, em 304 municípios produtores em todo Brasil. (NOGUEIRA JR. 2001).

Estima-se que essa atividade propicie 50 mil empregos. Na operação agrícola gera, na média nacional, 3,7 empregos diretos por hectare, equivalendo a 14,2

empregos na propriedade, sendo que destas vagas, 94,4% são preenchidas com mão de obra permanente.

No Estado de São Paulo, a floricultura tem demonstrado ao longo dos últimos anos o quanto é importante para o desenvolvimento regional nos municípios produtores, com exemplos bem sucedidos como nas cidades de Holambra com sua Cooperativa de produtores que leva o mesmo nome e em Atibaia.

Na introdução de novos cultivares que trazem acoplados a si, um pacote tecnológico de desenvolvimento, surgiu há alguns anos uma opção extremamente interessante para o produtor: o lisianthus, com potencial econômico de lucro por unidade de área. Entretanto, não contavam, com as dificuldades relacionadas à produção dessa espécie, que requer dentre outros conhecimentos a combinação do manejo da cultura com a fisiologia vegetal. Os produtores de flores no Brasil de maneira geral, ainda não dispõem de informações suficientes de pesquisa na atividade de floricultura, utilizando-se em muitos casos, de informações e recomendações provenientes de países europeus produtores de fertilizantes e de flores. Os resultados destas constatações se refletem em um dos principais centros de abastecimento do Estado de São Paulo, o CEASA, de Campinas, onde, no ano de 2000, foram ofertadas 50.006 caixas de lisianthus (caixas com 06 vasos no pote nº 14), declinando em 2003, para 12.653 caixas.

Pertencente à família Gentianaceae de nome popular lisianthus, apresenta altura de planta variando entre 30 e 60 cm, ciclo anual e florescimento na primavera e, no inverno quando em clima sub-tropical. É uma planta herbácea classificada pela primeira vez nas regiões do Colorado, Novo México e Texas, como *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. e sinonímia *Lisianthus russelianum*. O Brasil possui por característica a produção do lisianthus voltada para as exigências de um mercado inclinado à plantas para corte e plantas em vaso. Suas variedades para corte estão ainda subdivididas em função do tempo (número de dias) para produção expostas em: a) ciclo precoce (140 a 150 dias); b) ciclo médio (150 a 170 dias); c) ciclo tardio (170 a 200 dias).

As principais variedades comercializadas no Brasil estão classificadas em séries como; Marmaid (vaso), Echo (corte), Mariachi (corte).

Lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. (Gentianaceae)] é uma espécie ornamental herbácea perene, originária do sul dos Estados Unidos, que tem despertado um grande interesse comercial para cultivo em vasos e como flor de corte, devido as suas flores grandes e atrativas, talos compridos e longa duração em vasos (HALEVY e KOFRANEK, 1984; GILL et al., 2000; UDDIN et al., 2004). Sua introdução no Brasil é recente e as informações da pesquisa são incipientes para o manejo da espécie, levando os produtores brasileiros a buscar informações e recomendações provenientes de outros países.

Com os avanços tecnológicos, os modernos sistemas pressurizados permitiram a expansão de uma grande variedade de produtos químicos como os herbicidas, inseticidas, fungicidas, nematicidas, reguladores vegetais e agentes de controle biológico e fertilizantes aplicáveis via água de irrigação, prática esta conhecida como quimigaço (DOWLER et al 1989).

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação, a fertirrigação, é hoje, de comprovada eficácia. Em países cuja agricultura irrigada é desenvolvida, sem dúvida a fertirrigação é uma das práticas mais utilizadas para atingir altas produtividades e na utilização de fertilizantes via água de irrigação, principalmente em irrigação por gotejamento.

Ainda no Brasil o agricultor também carece da falta de informações, especificamente, sobre dosagens, tipos de fertilizantes e época de aplicação, onde a fertirrigação pode ser utilizada com vantagens. O sistema permite o fornecimento de pequenas quantidades de fertilizantes durante a fase de crescimento das plantas, sem causar maiores problemas de deficiência ou toxidez causada pelo excesso destes nutrientes. A aplicação em pequenas doses fracionadas, ministradas regularmente, evita em vasos, a lavagem dos fertilizantes, mantendo o substrato em níveis de nutrientes considerados ideais, permitindo desta forma, um melhor aproveitamento dos fertilizantes, que uma vez dissolvidos na água, serão facilmente absorvidos pelas plantas.

O nitrogênio (N) é um elemento essencial às plantas participando na estrutura da molécula de clorofila. Sua carência é observada em quase todos os solos, caracterizada por uma clorose generalizada das folhas mais velhas.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf. Shinn)) cultivadas em

vasos, em ambiente protegido, submetidas a diferentes doses de nitrogênio aplicados via fertirrigação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do lisianthus

Joly (2002) descreve o lisianthus como sendo pertencente à Família *Gentianaceae*, onde no mundo todo estão distribuídos em cerca de 70 gêneros desta família. Em geral são plantas herbáceas ou arbustivas, com folhas opostas, inteiras, sem estípulas. As flores são vistosas, pentâmeras, de simetria radial, hermafroditas, diclamídeas. Sépala livres ou soldadas. Corola fortemente torcida no botão. Androceu isômero e alterno com as pétalas. Ovário súpero bicarpelar e bilocular ou unilocular, com muitos óvulos.

De acordo com Barroso (1991), as *Gentianaceae* apresentam floema interno bem desenvolvido, prefloração torcida da corola, sementes com endosperma e estames dispostos num só verticilo. Caule cilíndrico ou tetragonal com folhas opostas ou verticiladas, inteiras ou perfolhadas e concrecidas entre si. As flores são descritas como sendo dispostas em cimeiras laxas ou congestas, esporadicamente capituliformes; freqüentemente são andróginas e só raramente unissexuadas de 4-6 meras. Cálice dialissépalo ou gamossépalo, com 4 a 6 lobos em alguns casos com lacínios reduzidos a dentes, com tubo carenado-alado, ou não. Corola tubulosa, infundibuliforme, campanulada ou hipocrateriforme, com lobos arredondados ou agudos. Estames em número igual ao das pétalas algumas vezes com presença de estaminódios e filetes geralmente filiformes ou dilatados nos bordos, em toda a sua extensão ou apenas na porção apical sob a forma de membrana delgada apresentando o aspecto de uma ala estreita. Anteras livres ou concrecidas entre si, versáteis ou não, lineares

sagitiformes ou cordiformes, rimosas prolongando-se as rimas em certos casos em poros apicais. Pólen isolado (com colpos) ou em tétrades (com poros) ou reunidos em políades com exina geralmente gibosa ou reticulada. Apresenta sementes numerosas de formas variadas freqüentemente triangulares com testa rugosa ou reticulada.

## 2.2 Taxonomia da família Gentianaceae

Segundo Cronquist (1988), a classificação taxonômica da família Gentianaceae é a seguinte:

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Divisão</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Subdivisão</b>	<i>Magnoliophytina</i>
<b>Classe</b>	<i>Rosopsida</i>
<b>Subclasse</b>	<i>Lamiidae</i>
<b>Super ordem</b>	<i>Gentiananae</i>
<b>Ordem</b>	<i>Gentianales</i>
<b>Sub ordem</b>	<i>Gentianineae</i>
<b>Família</b>	<i>Gentianaceae Juss</i>

Ohkawa et al. (1991) afirmam ser a *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn uma flor silvestre nativa da América do Norte dos estados americanos de Wyoming, Dakota do Sul, Nebraska, Colorado, Kansas, Oklahoma e Texas, e segundo Shinner (1957), Wood e Wever (1982) do norte do México.

A cultura do lisianthus foi introduzida no Japão há mais de 60 anos como planta ornamental, e desde esta época diversas cultivares foram desenvolvidas incluindo as cores púrpura, “pink”, branca, branca e “pink”, ou branca com púrpura na extremidade Halevy e Kofranek (1984).

### 2.3 Quimigação

Segundo Threadgill (1985) a aplicação de produtos químicos na lavoura através da água de irrigação é conhecida como quimigação.

De acordo com Costa et al. (1994) a quimigação consiste em introduzir uma solução no interior da tubulação principal e/ou lateral do sistema de irrigação até ao ponto extremo de distribuição, que no caso da irrigação localizada é o emissor. É uma técnica praticada há séculos, inicialmente com efluentes líquidos de origem animal, e depois com a aplicação de fertilizantes nitrogenados. A partir de 1970 o uso de produtos químicos aplicados via água de irrigação teve seu desenvolvimento acelerado.

Segundo Frizzone e Botrel (1994) os componentes químicos aplicados por esta técnica incluem uma ampla gama de produtos com aplicações foliares e no solo onde podemos incluir os fertilizantes (fertirrigação), herbicidas (herbigação), fungicidas (fungigação), inseticidas (insetigação), nematicidas (nematigação), reguladores vegetais e agentes de controle biológico.

Existem ainda diversas vantagens comparativas da quimigação com as técnicas convencionais, dentre estas vantagens cabe aqui ressaltar as mais importantes que são as seguintes: a) Facilidade de incorporação do produto químico, b) Redução de acidentes com o operador, c) Economia na quantidade de produtos químicos, e aqui cabe ressaltar o fracionamento do fertilizante que contém nutrientes de fácil lixiviação, como é o caso do nitrogênio, podendo desta forma reduzir perdas e conseqüentemente reverter-se em economia sobre a quantidade total aplicada. Os autores ainda citam que além disso, a aplicação fracionada, e criteriosamente dosada de acordo com as necessidades da cultura, facilita o aproveitamento dos nutrientes pela planta, proporcionando resultados mais eficientes dos fertilizantes, sendo isto equivalente aos resultados obtidos com a aplicação de menor quantidade de fertilizante, quando comparado com outros métodos, com redução no custo de aplicação.

## 2.4 Fertirrigação

Vitti et al. (1994), definem a fertirrigação de um modo geral, como sendo uma fertilização combinada com a irrigação, ou seja, adubos minerais injetados na água de irrigação para formar o que denominaram de “ água de irrigação enriquecida “.

Inserido na quimigação, a fertirrigação, segundo Frizzone e Botrel (1994), é a prática mais utilizada pelos agricultores. A fertirrigação coloca os íons na solução do solo em forma facilmente assimilável pela cultura, estabiliza e melhora a capacidade de troca catiônica do complexo coloidal organo-mineral do solo, contribuindo desta forma a um equilíbrio iônico adequado dos íons da solução do solo que se encontram disponíveis para as plantas.

O interesse despertado pela irrigação localizada e a aplicação dos nutrientes via água de irrigação, técnica esta conhecida como fertirrigação, é consequência dos resultados obtidos com economia de água, energia elétrica, mão-de-obra, aliados a um substancial aumento na produtividade das culturas (SALOMÃO 1999), principalmente em razão do nível de fertilidade do solo permanecer próximo ao ideal durante todo o desenvolvimento da cultura (SILVA et al. 1999).

A comparação entre dois métodos de aplicação de fertilizantes, o convencional e a fertirrigação, é realizada por Villas Boas et al. (1994), onde citam, que menos de 5% do nitrogênio aplicado como sulfato de amônio foi recuperado abaixo de 20 cm de profundidade em um solo considerado argiloso, sugerindo que as perdas por lixiviação em solos com estas características são muito pequenas.

Segundo Hernandez (1994), a prática da irrigação pode propiciar diminuição dos custos de produção quando associada a outras técnicas como por exemplo a fertirrigação, que é o termo utilizado para descrever a introdução e a aplicação simultânea de água e fertilizantes no solo, por meio de um sistema de irrigação. Somente nos últimos anos a fertirrigação vem se firmando como técnica, mesmo assim, seu uso, comparado ao seu potencial, pode ser considerado incipiente. Agricultores que possuem equipamentos de irrigação localizada e de pivô central, são aqueles que mais freqüentemente fazem uso da técnica, principalmente para a aplicação de fertilizantes nitrogenados.



Dentre as diversas vantagens e limitações da utilização da fertirrigação podem ser destacadas: 1) Vantagens: a) economia de mão de obra e energia, b) comodidade, c) distribuição do fertilizante e localização, d) eficiência do uso e economia de fertilizante, e) controle da profundidade de aplicação, f) flexibilidade de aplicação, g) controle e aplicação da quantidade certa, h) aplicação de micro nutrientes, i) melhor utilização dos equipamentos de irrigação. 2) Limitações: a) escolha de fertilizantes, b) corrosão do sistema de irrigação, c) reação dos fertilizantes na linha de irrigação, d) contaminações e envenenamentos. Na escolha dos fertilizantes a serem aplicados na fertirrigação alguns requisitos devem ser observados para uma fertirrigação eficiente: a) solubilidade rápida e completa, b) baixa capacidade corrosiva, c) baixa volatilidade e alta concentração, d) fácil manipulação, e) compatibilidade, f) baixa toxicidade e baixo custo, g) pureza, h) ser econômica e principalmente uniformidade do sistema de irrigação e operação.

Sousa (1993) destaca que a fertirrigação além de propiciar melhor distribuição e parcelamento dos nutrientes ao longo do ciclo da cultura, permite também uma associação da fertirrigação com turnos diários de rega por gotejamento, havendo desta forma menor perda dos nutrientes por lixiviação e portanto melhor distribuição sobre a superfície do solo, no local onde encontra-se o sistema radicular das plantas.

A fertirrigação representa a eficiência de aplicação dos fertilizantes disponibilizando-os ao cultivo nas doses nutritivas necessárias, na época requerida, reduzindo perdas e permitindo a correção rápida e eficiente de qualquer deficiência nutricional que possa se manifestar ao longo do cultivo (PADILLA, 1999).

#### **2.4.1 Manejo da irrigação/fertirrigação**

O objetivo fundamental do manejo da fertirrigação consiste em ajustar a oferta hídrica e mineral à demanda da planta, sendo que uma das dificuldades maiores no caso de culturas em substrato consiste em estimar corretamente a frequência e a dose das irrigações, Andriolo (1999), principalmente em ambiente de estufa, onde poucos são os dados de consumo de água pelas culturas.

Afim de que se possa conduzir o manejo adequado da irrigação por gotejamento em ambiente protegido, não basta apenas aplicar água nos vasos, é necessário, sobretudo conhecer alguns parâmetros de substrato, que irão permitir a quantificação correta de água que deverá ser aplicada, no momento certo e na intensidade correta.

A eficiência da fertirrigação por gotejamento depende do conhecimento e estudo de vários fatores, dentre os quais, o manejo da fertirrigação associado ao manejo da água no sistema solo-planta-atmosfera. O manejo inadequado de água no solo traz sérios problemas relacionados às perdas de nutrientes por lixiviação. Com controle adequado da fertirrigação, é possível reduzir estas perdas ao mínimo, aumentando desta forma a absorção de nutrientes pela planta (FEIGIN et al. 1982).

Um dos aspectos mais importantes no manejo da irrigação e fertirrigação diz respeito a uniformidade de aplicação da água e fertilizantes, e os aspectos mais importantes que podem afetar essa uniformidade é descrita por Denículi (1979), Solomon (1985), e Ratlege (1988), como sendo: diferenças de pressões na linha lateral devido a perdas localizadas e fricção da água junto a parede do tubo, variação na fabricação dos emissores, espaçamento inadequado entre emissores, variação da taxa de aplicação com o tempo de operação, sistema de irrigação operando com pressão diferente da pressão estabelecida, mistura inadequada da solução de fertilizantes, baixa velocidade da solução na linha lateral e entupimento de emissores.

Soares et al. (1993), avaliando o desempenho de sistemas de irrigação localizada, constataram que o coeficiente de uniformidade de distribuição de vazão e problemas com entupimento de gotejadores e microaspersores podem variar com o tempo. Afirmam ainda que os emissores de fluxo turbulento foram os que apresentaram os melhores coeficientes de uniformidade e as menores percentagens de entupimento, enquanto que os emissores do tipo autocompensante não apresentaram desempenho hidráulico esperado.

#### **2.4.2 Capacidade de campo (Cc), ou limite superior (LS) e ponto de murcha permanente (PMP), ou limite inferior (LI)**

Em se tratando de um solo normal, segundo Reichardt (1990), a melhor forma de se determinar a capacidade de campo de um solo é inundando-se por

exemplo, uma área equivalente de 4 a 24 m<sup>2</sup> até uma profundidade  $3/2 L$ , sendo  $L$  a camada de interesse para o cálculo da  $C_c$ . Ao término da inundação, a área em questão é recoberta por uma lona plástica, para prevenir perdas por evaporação na superfície. Aguarda-se então um tempo de 2 a 3 dias se for solo arenoso e 4 a 7 dias para solos argilosos, para o equilíbrio entre o gradiente de potencial gravitacional e o gradiente de potencial matricial ( $\text{grad } \psi_g = \text{grad } \psi_m$ ).

Reichardt (1990) define o ponto de murcha permanente como o limite inferior de umidade, no qual a reserva de água do solo se esgotou. Quando o fluxo de água no solo não atender mais à demanda atmosférica, a planta entra em murcha.

Klar (1991) define o conceito de água disponível ou capacidade de água disponível, como sendo os teores de umidade do solo compreendidos entre a capacidade de campo ( $C_c$ ) e a porcentagem de murcha permanente (PMP). Os solos de textura mais grosseira, são aqueles em que o conceito de capacidade de campo é mais sustentável, nos quais a condutibilidade hidráulica ( $K$ ) decresce rapidamente com o decréscimo no potencial matricial ( $\psi_m$ ) e o fluxo torna-se mais baixo em pouco tempo.

Gomes (1997) define capacidade de campo ( $C_c$ ), como sendo momento em que, imediatamente após a drenagem da água gravitacional proveniente de um solo saturado, o solo alcança depois de determinado tempo, um estado de umidade aparentemente de equilíbrio. A capacidade de campo ( $C_c$ ), é normalmente considerada como sendo o limite superior (LS) da quantidade de água presente no solo e disponível para as plantas. O ponto de murcha permanente (PMP), pode ser considerado como sendo o instante em que ocorrer uma perda de umidade, por evaporação e transpiração, sem que haja uma nova reposição de água ao solo e este poderá alcançar nível mínimo de umidade na qual as plantas não conseguem mais extrair água e desta forma murcham de maneira permanente. Neste limite de umidade diz-se que o solo alcançou o ponto de murcha ou o ponto de murcha permanente (PMP).

### **2.4.3 Formas de apresentação da água do solo**

Ainda segundo Reichardt (1990), pode-se apresentar a água disponível AD de várias formas:

$$1) AD = ( \theta_{cc} - \theta_{PMP} ), \text{ dada em } \text{cm}^3/\text{cm}^3 \quad (1)$$

$$2) AD = ( \theta_{cc} - \theta_{PMP} ) 100, \text{ dada em } \% \quad (2)$$

$$3) AD = A_L ( CC ) - A_L ( PMP ) , \text{ dada em mm} \quad (3)$$

$$4) AD = [ A_L ( CC ) - A_L ( PMP ) ] \times 100 / L, \text{ dada em mm/m de solo} \quad (4)$$

em que:

AD = Água Disponível

CC = Capacidade de Campo

PMP = Ponto de Murcha Permanente

#### 2.4.4 Controle da irrigação em vasos com substrato

O controle de água para irrigação de vasos em experimentos de adubação é uma das dificuldades na condução desses experimentos.

A reposição da água perdida por evapotranspiração normalmente é feita através de pesagem dos vasos para suplementação após certo período, ou até que as plantas mostrem sintomas de deficiência hídrica. Neste sistema de controle, leva-se em consideração a capacidade de retenção da água do substrato o qual deve ser previamente conhecida ou determinada.

De acordo com Klar (1991), o método das pesagens baseia-se na saturação da amostra do solo ou substrato. Ele fundamenta-se na obtenção de um padrão que servirá de referência para as demais determinações, podendo-se encontrar a comprovação matemática em Klar et al. (1966). O cálculo da necessidade de água baseia-se em métodos pouco precisos, como a estimativa da capacidade de campo (Cc – água retida a 0,03 Mpa), ou pela porcentagem do volume total de poros (VTP) (FREIRE, 1984; PAULA e SIQUEIRA, 1987). O suprimento intermitente de água leva a condições temporárias de excesso ou de deficiência hídrica. Nas duas situações, podem ocorrer prejuízos para o crescimento das plantas. Quando há excesso, pode haver perdas significativas de N, tanto por lixiviação como por desnitrificação, e desequilíbrios dos micronutrientes utilizados, principalmente ferro (Fe) e manganês (Mn), pela alteração nas condições de oxirredução ocorridas no solo (substrato). Na

deficiência hídrica, diversos processos fisiológicos são afetados em maior ou menor grau, dependendo da intensidade do estresse (HSIAO 1973). O mais afetado é a expansão celular, que concorre para a redução de crescimento, mesmo que a intensidade do estresse não seja suficiente para afetar outros processos, como a atividade fotossintética.

O fornecimento contínuo de água a determinada tensão parece desejável para a manutenção do crescimento, sem problemas nutricionais.

Uma alternativa para superar os problemas de ordem nutricional e preservar a sanidade do sistema radicular é o cultivo em substratos com fertirrigação. Esta técnica é amplamente utilizada nos países de horticultura avançada e permite ainda prolongar o período de produção, através de um melhor ajuste entre a oferta de nutrientes e a demanda da cultura. (BLANC 1987).

Um substrato agrícola deve guardar uma proporção adequada entre macro e microporos, favorecendo assim a atividade fisiológica das raízes e conseqüentemente o desenvolvimento das plantas. Os materiais utilizados como substrato devem combinar uma elevada capacidade de retenção de água e um potencial matricial relativamente baixo, ser abundantes e de baixo custo e também isentos de pragas e fitopatógenos. (GRAS 1987).

A fertirrigação permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da cultura. Sendo assim, a quantidade de nutrientes, parcelada ou não, deve ajustar-se às necessidades da cultura ao longo das fases de desenvolvimento. Ainda, o manejo da água deve evitar variações bruscas do potencial matricial do substrato, principalmente nos períodos de forte demanda evaporativa da atmosfera (ANDRIOLO et al. 1997).

## **2.5 Nitrogênio**

Segundo Filgueira (1982) o nitrogênio é o nutriente que mais atua no desenvolvimento vegetativo, promovendo alta produtividade sendo constituinte de diversos componentes da célula vegetal, como amino ácidos e ácidos nucléicos (TAIZ e ZEIGER, 2004). Quando há um lento desenvolvimento da deficiência de nitrogênio, existe a possibilidade das plantas desenvolverem-se com caules pronunciadamente delgados (mais finos) e comumente lenhosos. Esse aspecto lenhoso, provavelmente, ocorre devido a um

acúmulo dos carboidratos em excesso que não são utilizados na síntese de aminoácidos ou de outros compostos nitrogenados (TAIZ e ZEIGER, 2004).

É o elemento aplicado com maior frequência via água de irrigação, enquadra-se nessa técnica devido à sua mobilidade no solo, apresentando 100% de solubilidade em água. A utilização da fertirrigação permite parcelar a aplicação dos fertilizantes nitrogenados de acordo com a demanda da cultura. O parcelamento da adubação nitrogenada pode aumentar a eficiência de uso do nitrogênio, reduzindo perdas (COELHO 1994). A aplicação mais frequente e em menores quantidades, permite reduzir estas perdas de nutrientes, aumentando a eficiência do uso dos fertilizantes, promovendo aumento da produtividade (PINTO et al., 1992, 1993).

A forma de fornecimento de N, além de influenciar a composição química das plantas, tem estreita relação no equilíbrio cátion/aniônico, com grande efeito nos processos metabólicos .

Parece haver relações estreitas entre a capacidade da raiz assimilar N e a nutrição mineral das plantas, sendo que à síntese de carboidratos nas folhas é influenciada pelo suprimento de assimilados à raiz.

O nitrogênio estimula a absorção de fosfato pelos vegetais (BARNEIX, 1981), dependendo da intensidade e forma química do nitrogênio aplicado.

Já Thien e McFee (1970, 1972) demonstraram que o nitrogênio assimilado atua como chave nos processos de absorção de fósforo. A influência da fonte de nitrogênio utilizado sobre a absorção de fósforo é atribuída, entre outros, à redução do pH da rizosfera (RILEY e BARBER, 1971).

Em geral, a forma de N mais absorvida pelas plantas é a nítrica, embora isto possa variar entre espécies e de acordo com fatores ambientais (MENGEL E KIRKBY, 1978).

Pode-se afirmar que em presença de pH ácido avalia-se que  $\text{NO}_3^-$  é melhor absorvido pela maioria das plantas e os íons de  $\text{NH}_4^+$  são melhor aproveitados em valores de pH mais elevados, enquanto que em presença de pH 6.8, as duas formas iônicas são igualmente aproveitadas. Esta observação é importante para tomada de decisões, na escolha do tipo de fertilizante nitrogenado adequado para suprir as plantas caso ocorra uma deficiência de nitrogênio (WIGNARAJAH, 1994).

A baixa eficiência de uso do N de fertilizantes pelas culturas deve-se a quatro processos que atuam simultaneamente de forma direta: as perdas por volatilização de amônia e a desnitrificação, o escoamento superficial, a lixiviação e a imobilização microbiana. Por sua vez, a utilização do N fertilizante pelas plantas pode ser maximizada, localizando-se o adubo na região mais ativa do sistema radicular, aplicando-se o fertilizante no estágio fisiológico da cultura de maior demanda pelo nutriente, aliando condições adequadas de regime hídrico a práticas de manejo (OLSON e KURTZ, 1982).

O nitrogênio é um nutriente que promove muitas modificações morfo-fisiológicas na planta. Está relacionado com a fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética (CARMELLO 1999).

### **2.5.1 Assimilação do nitrogênio**

Raven et al. (1999) descrevem o nitrogênio como componente de aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucleicos, clorofilas e coenzimas, sendo que a assimilação do nitrogênio inorgânico (nitrato e amônio) em compostos orgânicos é um dos processos mais importantes da biosfera, quase equivalente à fotossíntese e à respiração. O nitrato é a principal fonte de nitrogênio disponível para as plantas cultivadas que crescem em solos em capacidade de campo. Uma vez dentro da célula, o nitrato é reduzido a amônio, que é rapidamente incorporado em compostos orgânicos pela rota da glutamina sintetase – glutamato sintase. Na maioria das plantas herbáceas este processo ocorre principalmente nos cloroplastos das folhas, estando intimamente associado à fotossíntese. Quando a quantidade de nitrato disponível para as raízes é pequena, em muitas plantas a redução do nitrato ocorre primariamente nos plastídeos das raízes. O nitrogênio orgânico produzido pelo metabolismo de nitrato das raízes é transportado no xilema basicamente sob a forma de aminoácidos.

O nitrogênio é suprido tanto na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) quanto de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). O suprimento do nitrogênio e de forma balanceada os cátions e ânions, estes tendem a reduzir rapidamente aumento no pH do meio, que é comumente observado quando o nitrogênio é fornecido apenas na forma do ânion nitrato (ASHER E EDWARDS, 1983). Em circunstâncias que o pH do meio é mantido neutro, a maioria das plantas tem seu

desenvolvimento melhor favorecido na presença de  $\text{NH}_4$ , do que em presença de  $\text{NO}_3^-$ . A absorção e a assimilação das duas formas de nitrogênio promovem um balanço cátion-ânion dentro da planta (RAVEN e SMITH,1976; BLOOM,1994).

Malavolta, et al. (1997), citam que o nitrogênio é transportado no xilema e redistribuído principalmente no floema, em processos relativamente rápidos devido a sua mobilidade.

Segundo WilKinson (1994) o nitrogênio é o maior mineral presente no aparato fotossintético, ocorrendo em proteínas, clorofila e membranas constituintes. Mais de 80% do total de nitrogênio da folha está associado com a fotossíntese, conseqüentemente alguma pequena queda no fornecimento de nitrogênio poderia afetar a utilização do nitrogênio na fotossíntese.

Wolfe (1994) relata que a redução na concentração do nitrogênio na folha combinando com rápidas taxas de crescimento, é frequentemente observado em plantas enriquecidas com  $\text{CO}_2$  e elevando as taxas deste sob condições ótimas, e o conhecimento desta tendência tem levado a sugestão de que o enriquecimento com  $\text{CO}_2$  favorece o uso eficiente do nitrogênio.

Segundo Wignarajah (1994), a maioria do nitrogênio retirado pelas plantas é encontrado numa forma reduzida como nitrogênio orgânico. Nesta forma pode agregar metais complexos; na clorofila por exemplo os íons de magnésio são quelados. O nitrogênio constitui uma cadeia pela formação de peptídeos ligantes, durante a condensação de aminoácidos afim de formar proteínas. Tem importante papel na formação da ligação do hidrogênio, especialmente para os ácidos nucleicos e estruturas secundárias de proteínas. É um elemento essencial na formação de componentes heterocíclicos e produtos secundários da planta.

A nicotinamida nucleotídeo é uma importante enzima cofatora enquanto outras funções eterocíclicas, como produtos secundários da planta tem importantes funções como por exemplo as defesas da planta.

As plantas podem retirar e metabolizar o nitrogênio nas formas de  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$ .



### **2.5.2 Nitrogênio na planta**

O nitrogênio na planta é inicialmente reduzido à forma amoniacal e combinado nas cadeias orgânicas, formando ácido glutâmico, este por sua vez incluído em mais de uma centena de diferentes aminoácidos. Desses, cerca de 20 são usados na formação de proteínas. As proteínas participam, como enzimas, nos processos metabólicos das plantas, tendo assim função mais funcional do que estrutural. Além disso o nitrogênio participa da composição da molécula da clorofila (VAN RAIJ 1991).

### **2.5.3 Transporte de substâncias nitrogenadas via floema**

De acordo com Coll et al. (1995), os aminoácidos constituem a fração mais importante das substâncias transportadas através do floema, sendo o ácido glutâmico, o ácido aspártico e suas amidas glutamina e asparagina as mais abundantes. Em geral, todas as substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular podem ser facilmente transportadas pelo floema. Também as proteínas já foram detectadas pela sua presença nos exudados do floema em concentrações que oscilam entre 0,1 mg/ml, em algumas espécies de plantas até 3,6 mg/ml em outras.

### **2.5.4 Índice Relativo de Clorofila –SPAD**

Estudos realizados por Gerendás e Pieper (2001) indicaram ser possível monitorar o suprimento de N para as plantas, por meio de testes rápidos, como o do nitrato no pecíolo e a avaliação indireta do teor de clorofila. Como ele também participa da constituição da molécula de clorofila, a avaliação da necessidade de N pela planta poderia ser determinada pela mensuração indireta do teor de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997).

Um ajuste no programa de fertilização nitrogenada de uma cultura pode ser conseguido por um correto monitoramento e diagnóstico do estado nutricional das plantas, Huett et al. (1997), que envolve tradicionalmente a análise dos teores de N na matéria seca da folhas e posterior interpretação dos resultados. Várias técnicas recentes tem sido

utilizadas para avaliar o estado de nitrogênio na planta, dentre as quais destaca-se a análise da intensidade do verde das folhas, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha. Em doze espécies de plantas, Marquard e Tripton (1987) observaram correlação positiva entre a intensidade do verde e o teor de clorofila das folhas e Guimarães et al. (1999) encontraram correlação entre o teor de clorofila e a concentração de nitrogênio nas folhas do tomateiro.

A avaliação do verde da folha de forma rápida e com baixo custo tornou-se mais fácil com os recentes avanços e aperfeiçoamento dos medidores portáteis (BLACKMER e SCHEPERS, 1995; GUIMARÃES et al. 1999) possibilitando a sua utilização como critério de avaliação do estado de nitrogênio nas plantas. Um destes medidores portáteis é o SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), que apresenta facilidade de operação, permitindo avaliações *in loco* e que pode assim ser utilizado como ferramenta auxiliar na tomada de decisão sobre a necessidade ou não da adubação nitrogenada. O medidor SPAD-502 avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o medidor calcula um número ou índice SPAD que, normalmente é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha (MARKWELL et al. 1995; GUIMARÃES et al. 1999).

O desenvolvimento do medidor portátil de clorofila, equipamento que permite medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha, constitui alternativa promissora para avaliação do nível de nitrogênio nas plantas (ARGENTA et al., 2001a). Em outro trabalho, em que se testaram características da planta (teor e acúmulo de nitrogênio, leitura correspondente ao teor de clorofila na folha, avaliada com clorofilômetro, produção de matéria seca e área foliar) como indicadores do nível de nitrogênio na planta de milho, foi constatado que a leitura no clorofilômetro foi o melhor indicador do nível de nitrogênio na planta dentre as características avaliadas (Argenta et al. 2001 c). Argenta (2001) determinou que, para diagnóstico do nível de nitrogênio na planta de milho, as leituras no clorofilômetro acima de 45.4, 52.1, 55.3, e 58.0, respectivamente, para os estádios de três a quatro folhas, seis a sete folhas, 10 a 11 folhas e de espigamento, representam nível adequado de nitrogênio.

O monitoramento do nível adequado de N na planta tem como objetivo diagnosticar a necessidade ou não da sua aplicação, visto que o uso de altas doses deste nutriente pode contaminar as águas superficiais e subterrâneas com nitrato (WASKOM et al. 1996; VARVEL et al. 1997; SCHRÖDER et al. 2000). Além disso, o uso desta técnica objetiva aumentar a eficiência do uso de N, visto que a lixiviação deste nutriente sob a forma de nitrato é considerada um dos principais fatores responsáveis pela sua baixa eficiência de uso (RAUN E JOHNSON 1999). Neste sentido, o monitoramento pode propiciar melhor sincronismo entre as necessidades deste nutriente pela cultura e a sua disponibilidade no solo.

As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias da clorofila (MINOLTA, 1989). As regiões de picos de absorbância da clorofila são o azul e o vermelho. As de baixa absorbância situam-se na região do verde e as de absorbância extremamente baixa na região do infravermelho (HENDRY 1993). Em função disso, os comprimentos de ondas escolhidos para medição do teor de clorofila, ou do índice de esverdeamento da folha, situam-se na faixa do vermelho, em que a absorbância pela clorofila é alta e não é afetada pelos carotenóides, e na do infravermelho, em que a absorbância é extremamente baixa.

O medidor de clorofila possui diodos que emitem luz a 650 nm (vermelho) e a 940 nm (infravermelho). A luz em 650 nm situa-se próxima dos dois comprimentos primários de ondas associados à atividade da clorofila (645 e 663 nm). O comprimento de onda de 940 nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura ou no conteúdo de água da folha ou que sejam devidas a outros fatores (WASKOM, 1996). A luz que passa através da amostra da folha atinge um receptor (fotodiodo de silicone) que converte a luz transmitida em sinais elétricos analógicos. Por meio do conversor A/D, esses sinais digitais (MINOLTA, 1989), são utilizados por um microprocessador para calcular os valores SPAD (*“Soil plant analysis development”*), que são mostrados num visor. Os valores obtidos são proporcionais ao teor de clorofila presente na folha. Alguns pesquisadores evidenciaram relação entre leitura do clorofilômetro e teor de clorofila na folha (YADAVA, 1986; MARQUAD e TIPTON, 1987; Dwyer et al. ARGENTA et al. 2001 b) e entre teor de

clorofila na folha e teor de nitrogênio na planta (SMEAL e ZHANG, 1994; ARGENTA et al. 2001 b).

## **2.6 Análise de crescimento**

A análise de crescimento permite-nos avaliar o crescimento final das plantas como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos, no crescimento total. A partir dos dados de crescimento, pode-se inferir a atividade fisiológica, isto é, estimar-se de forma precisa, as causas das variações de crescimento entre as populações de plantas geneticamente diferentes, ou entre plantas crescendo em diferentes ambientes (BENICASA 1988).

A produção econômica final de um cultivar é a integral de todas as interações planta-ambiente, e se o objetivo final é compreender a natureza dos controles internos inerentes da espécie ou cultivar, necessita-se então, de observações mais detalhadas, do que apenas a produção ( MACHADO et al., 1982 e PEREIRA e MACHADO, 1987). Desta forma , a análise de crescimento é o início do trabalho, na análise da produção de comunidades vegetais, podendo ser obtidas também com o auxílio de aparelhos, nem sempre complexos. Para que se possa explicar e compreender as diferenças de comportamento das comunidades vegetais, vários índices fisiológicos são deduzidos e utilizados.

A análise de crescimento emprega métodos de pesagem direta para observar-se os padrões de produção das diferentes espécies, principalmente em plantas herbáceas cultivadas.

Segundo Benincasa (1988), a partir dos dados de crescimento é possível estimar, as causas de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes. O crescimento de uma planta pode ser estudado através de medidas de diferentes tipos: lineares (altura, comprimento), superfície (área foliar), peso e unidades estruturais.

A análise de crescimento pode ser usada para investigar a adaptação ecológica de culturas a novos ambientes, a competição entre as espécies, os efeitos de manejo e tratamentos culturais, a identificação da capacidade produtiva de diferentes genótipos. (KVET et al. 1971).

### 2.6.1 Índices fisiológicos

A quantidade de material contido na planta é denominado biomassa ou, corretamente, fitomassa. (GREEN Jr.,1980).

A variação da massa seca (MS) e da área foliar (AF) com o tempo (t) é utilizada na estimativa de vários índices fisiológicos.

#### 2.6.1.1 Massa seca (MS)

Um dos fatores utilizados para avaliar a disponibilidade de N nos sistemas agrícolas é a quantidade absorvida deste nutriente pela plantas (AITA 1997), que depende da quantidade de N disponível para as raízes e da taxa de absorção. A taxa de absorção de N é pequena nos estadios iniciais de desenvolvimento da planta e eleva-se com o aumento da taxa de crescimento até atingir o pico máximo entre o início do florescimento e início do enchimento dos grãos na cultura do milho (ARNON 1975).

A produção de massa seca (MS) da parte aérea de uma planta pode ser utilizada para indicar a intensidade de crescimento da planta. O conhecimento dos padrões normais de acúmulo de massa seca (MS) de uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral e, conseqüentemente, com a adubação (BÜLL 1993).

Entre os parâmetros da planta, as medidas relacionadas à folha (massa seca, área foliar) e a intensidade de cor verde do dossel parecem ser mais adequadas para a decisão sobre a quantidade de N, devido à menor variação entre valores obtidos (SCHRÖDER et al. 2000).

Para Magalhães e Wilcox (1983), o peso do material seco total aumentou exponencialmente com a nutrição nítrica e diminuiu com a amoniacal. Hartman et al. (1986) afirmaram que parte do nitrogênio requerido pela planta fornecido como amônio tende a aumentar o crescimento vegetativo em plantas jovens de tomateiro até níveis menores ou iguais a 50%. Segundo os mesmos autores ocorre redução do peso de frutos quando mais de 25% do nitrogênio é fornecido na forma amoniacal.

Há relação entre o acúmulo de material seco e a quantidade de nutrientes absorvidos pelo tomateiro, portanto a absorção de nutrientes tem interferência direta nos componentes de produção e no rendimento da cultura. (WARD 1967).

#### **2.6.1.2 Área foliar (AF)**

O índice de área foliar (IAF) é uma das características fisiológicas mais utilizadas na análise de crescimento das plantas, uma vez que a taxa fotossintética depende diretamente dele.

Vários autores têm observado estreita relação entre características relacionadas ao desenvolvimento das plantas, em especial o índice de área foliar (IAF) e o consumo de água ( OLIVEIRA e SILVA, 1990; ASSIS e VERONA, 1991; MELLO, 1992; MEDEIROS, 1996). A importância de se relacionar o consumo de água e outros fatores de produção a características que identificam o desenvolvimento da planta, como o índice de área foliar, é que possibilita a inferência de informações em ambientes diferentes do experimental.

#### **2.6.1.3 Área foliar específica (AFE) em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$**

A área foliar específica (AFE) é dada pelo quociente entre a área foliar e a massa seca das folhas. A AFE ou permanece constante ou varia pouco durante a estação de crescimento.

#### **2.6.1.4 Taxa de assimilação líquida (TAL), em $\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$**

A taxa de incremento de matéria seca (MS) da planta por unidade de superfície foliar (AF), e expressa na unidade de tempo (BRIGGS et al., 1920 b), é conhecida nos dias de hoje, como taxa de assimilação líquida (TAL).

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa o aumento de matéria seca (MS), em relação a toda área foliar responsável por este aumento, por unidade de tempo.

A taxa de assimilação líquida é a medida da produtividade em diferentes espécies vegetais e varia durante o desenvolvimento individual e em relação aos

fatores ambientais. A taxa assimilatória líquida (TAL) é especialmente alta durante a intensa fase de crescimento e os valores de produção medidos nessa fase podem somente ser comparados com outros valores medidos na mesma fase correspondente. Para caracterização de um grupo vegetal em relação a sua produtividade é necessário conhecer o valor máximo da TAL durante o principal período de crescimento, bem como o valor médio da TAL obtido por meio de uma média compreendendo todo o período de assimilação (LARCHER, 2000).

#### **2.6.1.5 Taxa de crescimento relativo (TCR), em $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$**

A taxa de produção de uma planta isolada pode ser expressa pela taxa de crescimento relativo (TCR) (BRIGGS et al., 1920 a).

A taxa de crescimento relativo (TCR) expressa o aumento da matéria seca (MS), por unidade de tempo (t), em relação ao peso inicial da planta.

A TCR é também chamada taxa de crescimento específico, pois representa a quantidade de material produzido por unidade de material já existente. O conceito de relatividade foi introduzido por Blackman (1919), em analogia com a taxa de juros compostos, como índice da eficiência de conversão da matéria seca.

A TCR de uma planta é uma função do tamanho inicial, expressos em gramas, e no caso específico da matéria seca, está relacionado ao peso desta matéria seca no início das observações.(BENINCASA 1988).

#### **2.6.1.6 Razão de área foliar (RAF) $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$**

Para a maioria das culturas, a razão de área foliar (RAF) aumenta rapidamente até um máximo na fase inicial do ciclo vegetativo, decrescendo, posteriormente com o desenvolvimento da cultura. Esse comportamento indica que, inicialmente, a maior parte do material fotossintetizado é convertido em folhas visando a maior captação da radiação solar disponível (PEREIRA e MACHADO, 1987).

### 2.6.1.7 Duração da área foliar (DAF) $\text{dm}^2 \text{dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$

A fotossíntese é o processo responsável pelo fornecimento da energia necessária ao crescimento e desenvolvimento da planta, portanto supõe-se que quanto mais rápido a cultura atingir o máximo de IAF e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será a produtividade biológica da cultura. Alguns autores utilizam-se da expressão área foliar verde (DALE et al., 1980), para enfatizar que somente a área fotossinteticamente ativa está sendo considerada. Denomina-se duração da área foliar (DAF) à integral do IAF com relação ao tempo. Plotando-se o IAF contra o tempo, a DAF é representada pela área abaixo da curva. A duração da área foliar é diretamente influenciada pela senescência das folhas.

A produtividade de uma cultura está associada com diversas características morfo-fisiológicas, que interagem de forma complexa com o ambiente em que essas plantas estão crescendo.

## 2.7 Trocas gasosas

A fotossíntese ( $A$ ) é o principal processo de fornecimento de carbono para o crescimento e desenvolvimento das plantas (DORNHOFF e SHIBLES, 1980). Devido ao aparato fotossintético demandar mais da metade do nitrogênio (N) existente na folha, não é surpresa seu  $A$  muito afetada pela disponibilidade de N (STOCKING e ONGUN, 1962; LARCHER, 1995; DIETZ e HARRIS, 1997; LAMBERS et al. 1998).

A concentração de N foliar correlaciona-se positivamente com o teor de clorofila nas folhas, que por sua vez, correlaciona-se com a fotossíntese, e esta, com a produtividade das culturas (YADAVA, 1986; SMEAL E ZHANG, 1994; SCHADCHINA E DMITRIEVA, 1995).

A produtividade é a manifestação de vários processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, sendo estes usualmente influenciados e alterados por práticas de manejo impostas aos cultivos (GILL E NARANG, 1993), como por exemplo, o manejo da adubação nitrogenada. A eficiência e capacidade destes processos fisiológicos e as conseqüências resultantes deles, são mensuráveis. Taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ), concentração interna de



CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ), transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g$ ), teor relativo de clorofila ( $SPAD$ ), conteúdo de N foliar, acúmulo de massa seca, etc., formam a base fisiológica da variação da produtividade dos cultivos em função das diferentes práticas de manejo (MANDAL E SINHÁ, 2004).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do experimento**

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção (FEPP) localizada no município de São Manuel, sob coordenação da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu, com as seguintes coordenadas geográficas 25° 51' de latitude Sul e 48° 34' de longitude Oeste. com altitude de 750 m.

O clima do município de São Manuel, de acordo com o sistema de Köeppen é classificado como temperado chuvoso, freqüentemente úmido, com verão muito quente (cfa). A temperatura média anual é 21 °C, com uma precipitação anual de 1445 mm.

#### **3.2 Instalação do experimento**

Foi utilizado um ambiente protegido de estrutura metálica com as dimensões de 50,0 m x 7,90 m, pé direito de 1,84m, esquerdo 2,25m, altura do arco central 4,18 m, e coberta com filme plástico de polietileno transparente com espessura de 150  $\mu$ , e com cortinas laterais e nas laterais sombrite 50%.

Junto ao solo foi realizado um revestimento com blocos de concreto assentados na posição “deitado”, com dimensões de 0,38 m x 0,19 m e 0,08 m de altura, somente abaixo dos ripados , para permitir um melhor controle térmico, (Apêndice, Foto 1).

As mesas foram montadas de ripado com base confeccionadas com tubos de PVC e preenchidos com massa de concreto (cimento, areia, cascalho), e niveladas a uma altura do solo de 0,50 m.

Os suportes de vasos, foram construídos em oito mesas com 7,40 m de comprimento por 1,12 m de largura. O ripado das mesas foi montado com ripas de dimensões 0,025 m x 1,12 m x 0,05 m e distantes umas das outras de 0,12 m, no qual foram dispostos 640 recipientes com plantas de *lisianthus*, com duas plantas por recipiente (Figura 1).

As oito mesas foram divididas ao meio, onde foram fixados os registros de controle da irrigação, dispostos em oposição um ao outro (forma inversa) no centro de cada mesa, de forma que o experimento passou a ter 16 segmentos com 3,70m de comprimento e um registro de controle em cada uma. Estes segmentos foram ainda subdivididos ao meio, perfazendo um total de 30, formando a parcela experimental, onde foram utilizados 20 recipientes em cada uma, num total de 600 recipientes os quais foram efetivamente utilizados neste estudo. O experimento foi estatisticamente conduzido dentro destas 30 parcelas (Figura 2).

As 2 mesas sobressalentes com 40 recipientes restantes, foram utilizados com e sem plantas, para o monitoramento das pesagens.

O sistema de irrigação localizada foi montado com: entrada lateral de água; reservatório de capacidade de armazenamento para 500 L; tanque de controle da irrigação e fertirrigação com capacidade de armazenamento para 330 L; conjunto moto-bomba e mangueira de retorno; registro manual nas mesas; ponto de tomada de pressão no final de cada linha de irrigação; painel elétrico de controle da irrigação; psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan para obtenção das medidas de temperatura e umidade relativa do ar; conjunto de radiômetros para medição da radiação fotossinteticamente ativa (**PAR**) e radiação solar global, ; linha principal, com registro escoamento na extremidade da linha para a lavagem e limpeza do sistema, estação de controle com registro manual, filtro, regulador de pressão, hidrômetro e manômetro, (Figura 2).

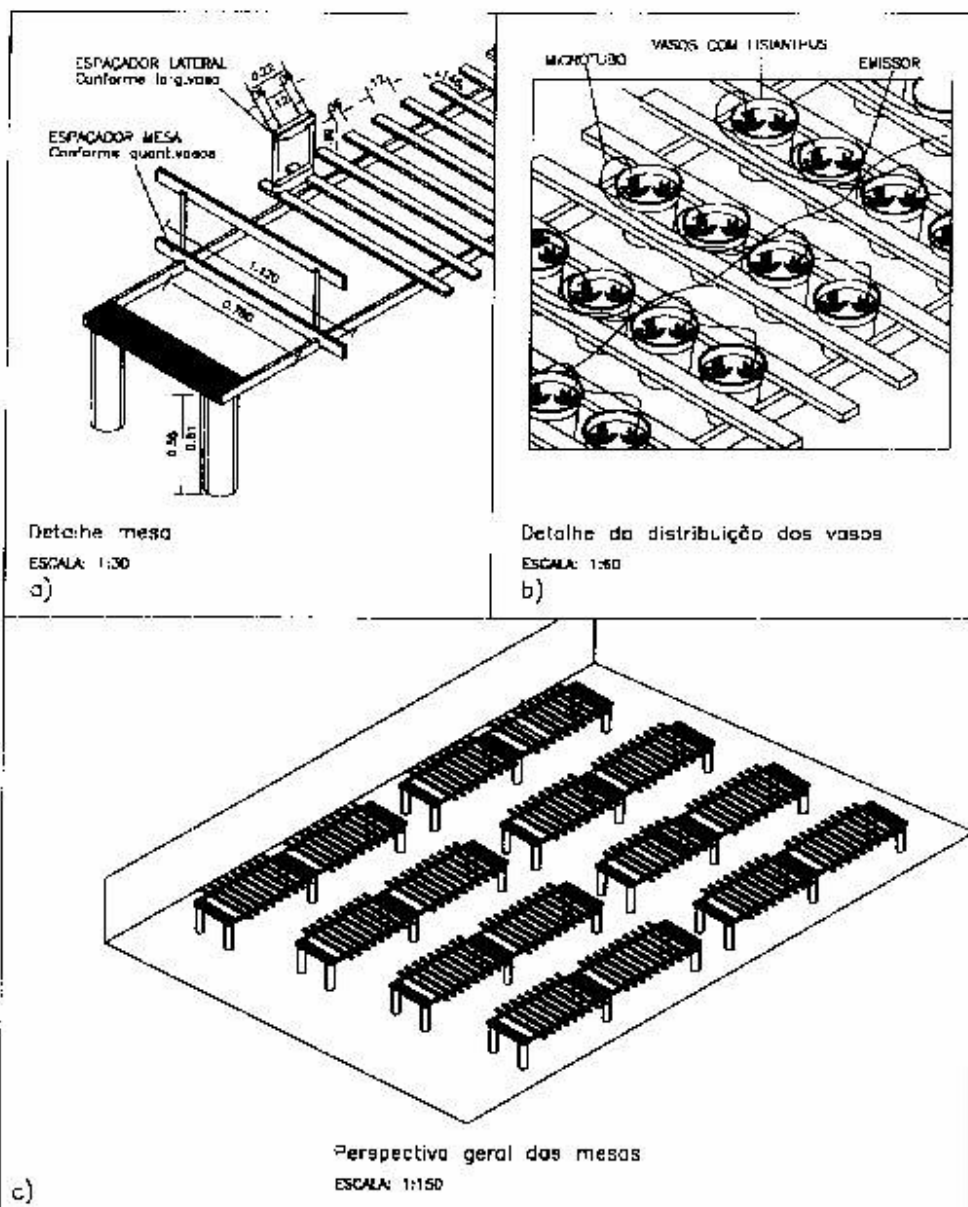
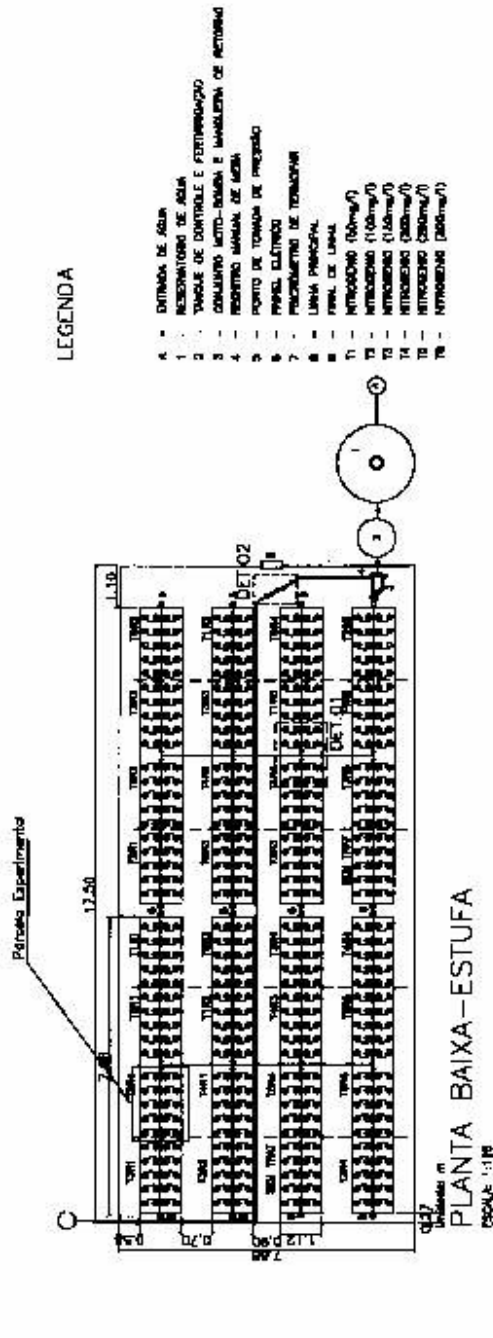


Figura 1. a) Detalhe de construção do ripado, b) Detalhe dos vasos no ripado, c) Detalhe das mesas com ripados.



LEGENDA

- 1 - RESERVOIRIO DE AGUA
- 2 - TAMBOR DE CONTROLE E FERTIRRIGACAO
- 3 - CONJUNTO MOTOR-BOMBA E MANOBRINA DE RETORNO
- 4 - REGISTRO MANUAL DE AGUA
- 5 - PONTO DE TOMADA DE PRESSAO
- 6 - PAINEL ELETRICO
- 7 - FERTILIZANTE DE TOMADA
- 8 - LIMA PRINCIPAL
- 9 - FIM DE LINHA
- 10 - INTRODUÇÃO (100mm/1)
- 11 - INTRODUÇÃO (100mm/1)
- 12 - INTRODUÇÃO (100mm/1)
- 13 - INTRODUÇÃO (100mm/1)
- 14 - INTRODUÇÃO (200mm/1)
- 15 - INTRODUÇÃO (200mm/1)
- 16 - INTRODUÇÃO (200mm/1)
- 17 - INTRODUÇÃO (200mm/1)
- 18 - INTRODUÇÃO (200mm/1)

DETALHES:

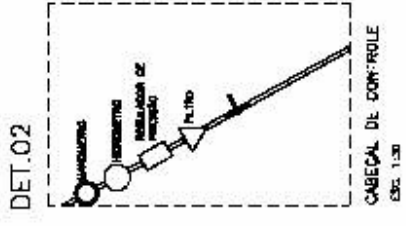
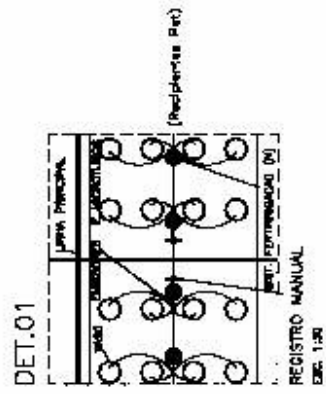


Figura 2. Detalhes do projeto de irrigação

### 3.3 Cultura e preparo das mudas

A cultura utilizada foi o lisianthus *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn, var. *Mariachi blue picotee*.

#### 3.3.1 Substrato

A composição química contém gel (polímero), macro nutrientes contendo: N (14%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (18%), K<sub>2</sub>O ( 20%), micro nutrientes contendo: Mg ( 0,5 %), B (0,03%), Cu (0,15 %), Fe (0,1%), Mn (0,16%), Mo (0,2%), Zn (0,1%) e ainda enriquecido com um suplemento de fósforo na forma de Superfosfato simples. A composição física possui 70% de casca de pinus, 10% de areia grossa e 20% de vermiculita.

Tabela 1. Análise química do substrato utilizado com plantas de lisianthus, São Manuel, 2003.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Um	MO	C	Ca	Mg	S
-----% na Matéria Seca -----								
0,36	0,21	0,24	14,13	45,00	25,00	0,49	0,69	0,09
Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N		pH	
----- mg/Kg na Matéria Seca -----								
400	44	6900	106	86	69/1		4,71	

#### 3.3.2 Recipientes

Foram usados como recipientes, vasos plásticos que continham as seguintes características: diâmetro de abertura de 0,148 m, altura de 0,122 m, diâmetro da base de 0,098 m e com capacidade de 1,30 L, e com peso de 40 g.

#### 3.3.3 Semeadura e transplântio das mudas

Em 25/05/2003, os recipientes foram preenchidos e pesados, com substrato de massa igual a 600 g. Durante 3 dias os recipientes foram submetidos à

temperatura ambiente, sem cobertura, para diminuição da umidade presente, em seguida nova pesagem foi realizada, em uma amostragem representativa de 120 recipientes (quatro por parcela) verificando-se a necessidade de completar estes vasos, com mais 50 g de substrato seco, de forma que o volume do substrato, permanecesse uniforme em todos os vasos, tomando-se como referência a borda superior do recipiente.

As sementes foram semeadas no período compreendido entre 15 e 20/03/2003, no município de Atibaia-SP, por um produtor comercial.

No dia 23/05/03, as mudas foram transportadas em bandejas especiais, com divisórias (células), e levadas até a Fazenda Experimental São Manuel, SP. Em 03/06/03 foi realizado o transplântio das mudas em local definitivo. Desde então até o dia 27/06/03 de junho, foram ministrados fertilizantes com  $P_2O_5$ , via água de irrigação, com a fórmula 9-45-15, em turnos diários de rega com  $2,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  de água.

### **3.4 Condução e avaliação da cultura**

Em 28 e 29/06/03, foi realizada a operação de quebra da dominância apical das plantas, logo após o segundo e terceiro pares de folhas, operação esta conhecida como “Pinch”.

A primeira avaliação iniciou-se em 30/06/03, e a primeira observação da formação dos primórdios florais foi em 14/08/03 (46 dias após o “Pinch”).

Um número representativo da formação de botões florais, coincidiu com a 4<sup>a</sup> coleta em 01 de setembro (63 dias após o “Pinch”), o término do experimento, com a colheita, a qual foi em 15/10/03.

O início das avaliações das variáveis estudadas, foram feitas também em 30/06/03, após a realização do “Pinch.”

Tabela 2. Cronograma das principais atividades realizadas

	Transplântio	“Pinch”		Avaliações				
Datas	03/06	28/29/06	30/06	21/07	11/08	01/09	22/09	13/10
Dapi			0	21	42	63	84	105

Dapi = Dias após o “Pinch”

### 3.4.1 Tratos culturais

Antes da colocação dos blocos de concreto no piso, procedeu-se a duas operações de capina, sendo a primeira manual e a segunda com a utilização de herbicida de princípio ativo “glifosate”, operação esta conduzida na área interna e externa do ambiente protegido. Durante a condução do experimento, a pequena quantidade de ervas daninhas que germinavam eram retiradas manualmente.

Durante a fase de desenvolvimento da cultura foram realizadas diversas aplicações com inseticidas e fungicidas de acordo com o programa de controle de pragas e doenças, conforme apresentado na (Tabela 2).

Tabela 3. Programa fitossanitário de combate a pragas e doenças realizado durante o experimento com plantas de *lisianthus*.

N <sup>o</sup> de aplicações	“DAPI”	Princípios ativos	Dosagem (ml L <sup>-1</sup> )
02	07-23	Deltametrina	1
05	08-27-64-86-96	Iprodione	1
01	50	Metamidophós	1

\*DAPI = Dias após o “Pinch”

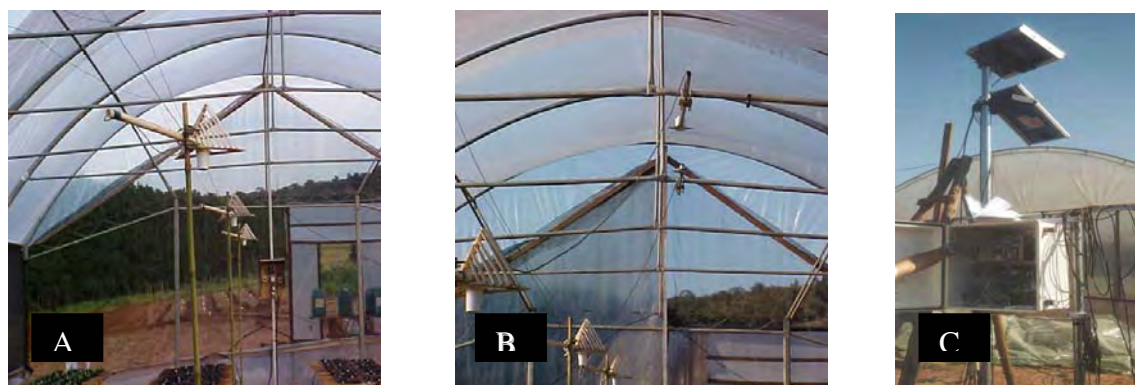
### 3.5 Monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, radiação fotossinteticamente ativa e radiação solar global.

Foram instalados três psicrômetros de termopar de “cobre-constantan” para obtenção das medidas de temperatura e umidade relativa do ar. Também



foram instalados dois radiômetros, sendo um para medição da radiação fotossinteticamente ativa e o outro, para a obtenção da radiação solar global. Todos os sensores foram conectados a um sistema de aquisição automática dos dados meteorológicos, um “Micrologger CR 23X”, os quais foram coletados médias de 30 em 30 minutos, (Figura 3).

Os valores diários de temperatura e umidade relativa do ar, bem como radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa (**PAR**), ao longo do ciclo da cultura de *lisianthus* podem ser vistos no Apêndice, Figuras 1, 2, 3 e 4.



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 3. a) Conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre; b) Conjunto de radiômetros para medição da radiação fotossinteticamente ativa e radiação solar global; c) Sistema de aquisição automática de dados meteorológicos (Micrologger CR 23X). São Manuel, SP. 2003.

### 3.6 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, com seis tratamentos (parcelas) e cinco repetições, com um total de 30 parcelas.

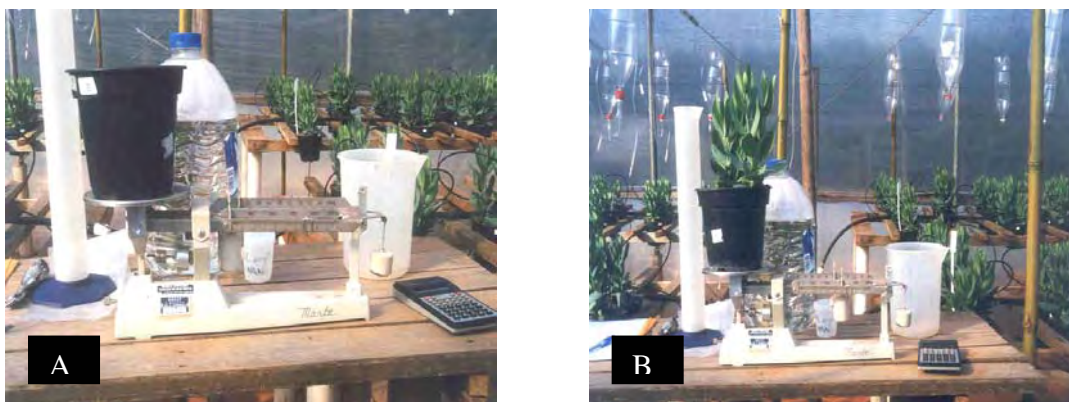
Cada parcela experimental, possuía um comprimento de 1,85 m, composta por cinco fileiras de vasos com quatro vasos em cada uma, perfazendo um total de 20 vasos, nestes, duas plantas cada, totalizando 40 plantas úteis por parcela, sendo 24 plantas destinadas para a utilização da análise de crescimento e 16 plantas utilizadas para medição de produção, com 30 parcelas no total. Na tabulação e análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SISVAR, tomando-se como base de análise dos dados a média de 4 plantas em cada

2 vasos coletados por tratamento e por repetição em cada uma das diferentes datas. As variáveis para análise de crescimento foram analisadas no programa ANACRES, tomando-se como base de análise dos dados, as médias de cada um dos tratamentos e repetições, nas diferentes datas e coletas.

Os tratamentos consistiram de seis diferentes concentrações de nitrogênio, ministradas em soluções previamente preparadas e fornecidas diretamente nos recipientes (vasos plásticos) com o uso de frascos pet, onde, em uma das extremidades, foi colocado um microtubo gotejador “equipo” hospitalar regulado com vazão igual a  $2 \text{ L.h}^{-1}$

### **3.7 Manejo e avaliação da irrigação**

O método da pesagem foi utilizado para o manejo da irrigação, por tratar-se de um método simples, preciso e barato, necessitando apenas de uma balança com capacidade de 1 kg para efetuar as pesagens, permitindo desta forma um controle eficiente da irrigação, sendo considerado um método padrão segundo Klar et al. (1966). No experimento procurou-se adaptar o método de forma mais confiável possível, utilizando-se uma metodologia própria com o seguinte procedimento: os vasos foram preenchidos com substrato e permaneceram em repouso durante 3 dias, sob temperatura do ambiente protegido para secagem. Em seguida, com uma proveta graduada e com volume igual a 500 ml de água, os vasos foram saturados e recolocados nas mesas com ripados de forma que o excesso de água fosse drenado, durante uma hora. No momento em que cessou a drenagem os recipientes (vasos plásticos) foram novamente pesados para determinar a capacidade de retenção máxima de água no substrato ou limite superior de água disponível (LSD), (Figura 4).



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 4. a) Detalhe do método da pesagem utilizado, nos vasos sem plantas de lisianthus. b) Detalhe do método da pesagem utilizado, nos vasos com plantas de lisianthus. São Manuel, SP. – 2003.

A lâmina necessária para a reposição de água nos vasos, em níveis viáveis de cultivo para o lisianthus, foi estabelecida com base na diferença entre os valores obtidos na capacidade máxima de retenção de água no substrato (CRS), que foi o peso médio medido entre as amostragens de 905 g e o ponto de secamento do substrato nos vasos ou limite inferior de água disponível (LID), de 570 g. Utilizando-se como critério no manejo 90% da capacidade de retenção máxima de água no substrato (CRS).

Para a reposição da água, a partir destas informações, estabeleceu-se que o ponto de secamento permanente do substrato seria de 670 g (PSPS), ponto este em que se observou o início do murchamento das plantas (PM), ou valor correspondente a um coeficiente de disponibilidade por estresse hídrico. Diariamente, nos momentos que antecediam a esta reposição através da irrigação, os recipientes (vasos plásticos) eram pesados por amostragem, dois vasos por tratamento, perfazendo um total de 60, com uma balança convencional com pesos e graduada de 1 em 1 g. Obteve-se a frequência de irrigação que foi estabelecida para uma condução em intervalos diários durante o outono, de 2 dias durante o inverno conforme a evapotranspiração medida nos testes de pesagem. À partir do início da primavera, com o aumento gradual da temperatura, a frequência de irrigação passou a ser 2 vezes ao dia, levando-se sempre em consideração a evapotranspiração dos vasos, em cada um dos tratamentos. A determinação da lâmina foi obtida, fazendo-se teste de vazão e pressão cronometrando-se um tempo igual a 5 minutos.

$$AD = (\theta_{cc} - \theta_{PMP}) 100, \text{ dada em \%} \quad \text{eq. (1)}$$

$$AD = U \text{ 90\% CRS} - U \text{ \% PSPS} \quad \text{eq. (2)}$$

$$AD = 815 - 670 = 145 \text{ g de água} \quad \text{eq. (3)}$$

De acordo com a literatura, deve-se proceder a reposição da água através da irrigação, quando a perda por evapotranspiração atingir no máximo 40% da água disponível (AD), ou seja:  $AD = 145 * 0,4 = 58 \text{ g}$

Durante o manejo da irrigação, foi estabelecido como critério, não permitir que a média das pesagens atingissem valores inferiores a 100g, acima do ponto de secamento permanente do substrato. Observou-se durante a condução do experimento que ao chegar neste limite, as plantas de *lisianthus* iniciavam um processo de murcha.

Assim, a irrigação foi conduzida com intervalos de 2 em 2 dias. Dividindo-se o volume evapotranspirado (L) pela área do vaso ( $\text{m}^2$ ), obteve-se a lâmina de reposição aos níveis desejados de 90% da capacidade de retenção máxima de água no substrato (CRS).

$$LR = \frac{VE}{AV} \quad \text{eq.(4)}$$

em que:

LR – Lâmina de reposição (mm)

VE – Volume evapotranspirado (L)

AV – Área do vaso ( $\text{m}^2$ )

O tempo de fertirrigação foi determinado pela evapotranspiração, com resultados obtidos no método das pesagens.

### **3.8 Característica do sistema de irrigação**

O sistema de irrigação utilizado neste experimento foi com tubos de polietileno de diâmetro igual a 20 mm, gotejadores Tufftif não compensantes e um regime de trabalho turbulento com vazão de  $4 \text{ L.h}^{-1}$  com uma pressão de serviço de  $0,9 \text{ kgf.cm}^{-2}$ , estabelecida através dos testes da uniformidade de emissão dos gotejadores, com pontos de tomada de pressão em todos os finais das linhas laterais para monitoramento periódico do sistema.

### **3.9 Consumo de água durante a condução do experimento**

Na condução do experimento foram consumidos 10.580 L , de água, provenientes do reservatório geral, com capacidade de 40.000 L cujo abastecimento da água, ocorria através do bombeamento de uma represa situada na propriedade da Fazenda de Ensino e Pesquisa São Manuel-SP.

### **3.10 Monitoramento da condutividade elétrica (CE), pH, temperatura da água utilizada na irrigação e fertirrigação (tanque e pet)**

Durante a fase do manejo da cultura foi realizado quinzenalmente, medições de pH e condutividade elétrica (CE) da água de irrigação, da solução de fertirrigação do tanque, e da solução de nitrogênio das garrafas pet. A água utilizada durante estes procedimentos citados, bem como as pulverizações de solução de cloreto de cálcio, foram monitoradas com leituras diárias de temperatura, antes de qualquer operação, (Tabelas 3 e 4).

Tabela 4. Condutividade elétrica da água de irrigação coletada nos reservatórios no início do experimento às 09h:00 min.

Locais das coletas	pH	Condutividade elétrica (CE) μS/cm
Reservatório 1*	7,29	141
Reservatório 2**	7,73	139,7
Reservatório 3***	7,72	137,5

\* Tanque principal de coleta da água

\*\* Tanque de armazenamento da água

\*\*\* Tanque de fertirrigação

Tabela 5. Monitoramento da temperatura da água de irrigação, solução da fertirrigação via tanque, solução com nitrogênio via pet e solução para pulverização de cloreto de cálcio.

Tanque de irrigação/ fertirrigação		Nitrogênio (solução) Garrafas pet		Cloreto de cálcio (pulverização)	
Temperatura (°C)					
Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
26	12	22	17	26	15

### 3.11 Avaliação do sistema de irrigação

Na implantação do sistema de irrigação localizada, foi adotado o espaçamento entre emissores de 0,38 m, como previsto em seu dimensionamento. As avaliações do sistema foram realizadas segundo o método proposto por Keller & Karmeli (1974) citado por Frizzone (1999), com uso da distribuição normal para determinação da densidade de probabilidade acumulada.

A avaliação do sistema de irrigação, foi distribuída num total de 64 coletores ao longo das linhas com derivações, cada um foi disposto a partir do primeiro emissor nas posições respectivas 1<sup>0</sup> (nele próprio), a 1/3, a 2/3, a 3/3 e as coletas foram

efetuadas durante 5 minutos com pressão de serviço de  $0,9 \text{ kgf.cm}^{-2}$  e, repetidas 5 vezes durante a condução do experimento utilizando-se a seguinte equação 5 (Figura 5B).



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 5. a) Detalhes da fertirrigação com nitrogênio, nas garrafas “pet”. b) Detalhe do teste de uniformidade de emissão do sistema de irrigação com os coletores.

A uniformidade de emissão foi obtida pela expressão:

$$UE = \frac{q_{25}}{\bar{q}} \times 100 \quad \text{eq.(5)}$$

em sendo:

$UE$  - uniformidade de emissão em porcentagem;

$q_{25}$  - vazão média dos 25% menores valores de vazão em  $\text{L h}^{-1}$ ;

$\bar{q}$  - média das vazões observadas em  $\text{L h}^{-1}$ .

### 3.12 Manejo da fertirrigação

As diferentes doses de fertilizantes utilizados durante a condução do experimento, foram pesadas nas respectivas dosagens com balança eletrônica, e em seguida diluídos em um recipiente apropriado (becker), com capacidade de 1 L, na sequência foram colocados em um outro recipiente com capacidade de 20 L, onde receberam uma nova

agitação, em seguida a calda foi adicionada diretamente no reservatório de fertirrigação com a utilização de um funil e uma proveta graduada, e esta solução foi homogeneizada com agitação manual. O tempo de fertirrigação foi determinado pela evapotranspiração do resultado obtido no método das pesagens. Após o término de cada operação de fertirrigação, efetuava-se a retrolavagem do sistema com limpeza e retirada de resíduos da tubulação, abrindo-se o registro de escoamento no final da linha. Foi colocada uma vasilha coletora no tubo externo, para o reaproveitamento da solução fertilizante ao tanque, sendo que, a água utilizada escoou livremente. Em todos os tratamentos os demais fertilizantes tiveram o seu fornecimento padronizado. Os principais fertilizantes utilizados durante a fertirrigação foram: a) Fosfato de monoamônio (Map). b) Fosfato Monopotássico, c) Sulfato de Potássio, d) Nitrato de Potássio, e) Nitrato de Cálcio, f) Sulfato de Zinco, g) Sulfato de Magnésio, h) Mistura de micro nutrientes (boro 2%, cobre 0,8%, ferro 5,6%, molibdênio 0,32%, manganês 3,2%, zinco 2,0%).

### 3.13 Nitrogênio

Dada a dificuldade na obtenção de informações à respeito de nutrição na cultura de *lisianthus*, neste estudo, seguiu-se o modelo de pesquisa proposto por Ku e Harshey (1996), cujo trabalho desenvolvido com “*Poinsettia*” cultivada em vasos, utilizaram as seguintes dosagens de nitrogênio: 50, 100, 200 e 300 mg.L<sup>-1</sup> e também Cabrera (2003), com pesquisas com plantas ornamentais com dosagens de 15, 30, 60, 120, 210, e 300 mg.L<sup>-1</sup> de nitrogênio.

No estudo desenvolvido neste trabalho, utilizou-se nitrogênio na forma de Nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), nas dosagens de 50, 100, 200, 250, e 300 mg.L<sup>-1</sup> estabelecendo-se a dosagem de 200 mg. L<sup>-1</sup> como referência (testemunha), com 2 dosagens acima deste valor; 250 e 300 mg. L<sup>-1</sup> e 3 dosagens abaixo; 50, 100 e 150 mg. L<sup>-1</sup>.

A fertirrigação com a solução de nitrogênio nas diferentes doses 50, 100, 150, 200, 250, e 300, mg. L<sup>-1</sup> foi conduzida em garrafas pet com capacidade de 2L, na posição invertida, fixados em arame resistente apoiados em mourões previamente fixados no solo, sendo que na extremidade superior das garrafas havia um orifício de entrada da solução,



e na outra extremidade foi fixado um “equipo” hospitalar, com a ponta deste colocada no recipiente com plantas de lisianthus, (Figura 5A).

O nitrato de amônio, era pesado com balança digital de precisão, no laboratório da Fazenda experimental em São Manuel, e em seguida realizava-se o preparo das diferentes soluções, com as misturas em recipientes com capacidade para 20 L. Nestes recipientes com solução, todos os dias às 9h:00min, monitorava-se a temperatura e a cada 15 dias retirava-se amostras da solução para análises da condutividade elétrica (CE) e pH.

A quantidade de solução ministrada com nitrato de amônio, nas diferentes concentrações obedecia sempre a reposição resultante da evapotranspiração, obtidas no método das pesagens. Após a quebra da dominância apical (“pinch”), foram realizadas 25 aplicações de nitrato de amônio até o fim da pesquisa.

Tabela 6. Caracterização dos tratamentos com nitrogênio efetuados durante a pesquisa.

Tratamentos	Dose/solução N/ mg.L <sup>-1</sup>
T1 – Fertirrigação –	50
T2 - Fertirrigação –	100
T3 – Fertirrigação –	150
T4 – Fertirrigação –*	200
T5 – Fertirrigação –	250
T6 – Fertirrigação –	300

• \* Referência (testemunha)

Tabela 7. Dosagem total de nitrogênio, na forma de nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) utilizadas durante a pesquisa por vaso, em cada tratamento.

Tratamentos	Dose/mg N/vaso
T1 – Fertirrigação –	62,5
T2 - Fertirrigação –	125,0
T3 – Fertirrigação –	187,5
T4 – Fertirrigação –*	250,0
T5 – Fertirrigação –	312,5
T6 – Fertirrigação –	375,0

• \* Referência (testemunha)

Para o monitoramento da fertirrigação, foram realizados testes em laboratório com as diversas doses de Nitrato de Amônio, para a determinação da condutividade elétrica (CE), com um condutivímetro, da DIGIMED, modelo DM 31, conforme a Tabela 6.

Tabela 8. Condutividade elétrica (CE) da solução contendo Nitrato de Amônio (ao longo do experimento), em função dos tratamentos.

Tratamentos	Nitrato de Amônio $\text{mg.L}^{-1}$	Condutividade elétrica* (CE) $\mu\text{S/cm}$
T1	50	284
T2	100	572
T3	150	822
T4	200	1010
T5	250	1373
T6	300	1651

\*As análises foram realizadas com água deionizada em laboratório

### 3.13.1 Molibdênio

Logo após o “Pinch” (quebra da dominância apical), não foi efetuada aplicação com regulador vegetal, para a quebra da dormência e indução das gemas laterais,

porém, ao se verificar a rapidez da brotação de forma espontânea e uniforme, optou-se pela pulverização via foliar com solução contendo Molibdato de sódio, aos 3 (03/07/03) e 33 dias (03/08/03) após o “Pinch” respectivamente e na dosagem de  $0,7 \text{ g L}^{-1}$ , conforme boletim 100 (1997), utilizando-se como referência a recomendação para brássicas.

### 3.13.2 Cálcio

O lisianthus é uma planta que necessita cuidados especiais no fornecimento do cálcio e para prevenir qualquer problema de deficiência do nutriente foram feitas pulverizações semanais via foliar com cloreto de cálcio, na dosagem de  $2 \text{ g L}^{-1}$  de água em 18/08/03, 27/08/03 e 04/09/03, e  $3 \text{ g L}^{-1}$  em 11/09/03, 17/09/03 e 25/09/03, (Tabela 9).

Tabela 9. pH e condutividade elétrica (CE) da solução com cloreto de cálcio, nas diversas concentrações, utilizadas na pulverização foliar.

Solução	Dosagens $\text{g L}^{-1}$	Nº de Aplicações	pH	Condutividade elétrica (CE) $\text{mS/cm}$
Cloreto de cálcio	2	2	7,44	2,90
Cloreto de cálcio	3	3	7	5,62

### 3.14 Características do sistema de injeção utilizado na fertirrigação

A irrigação foi conduzida com água da represa, captada e armazenada em um reservatório central instalado em um ponto próximo ao conjunto de estufas. Foi feita a instalação externa de um tanque reservatório de água com capacidade para 500 L conectado a este, um outro reservatório com capacidade de 330 L, para mistura e injeção de fertilizantes, através do conjunto moto-bomba, via água de irrigação. Na área externa do ambiente protegido, foi instalado um registro geral de controle acoplado a um filtro de tela, cuja função foi realizar a filtragem das partículas maiores em suspensão, provenientes do tanque central.

### **3.15 Equipamentos utilizados no manejo da fertirrigação**

#### **3.15.1 Estação de controle**

A estação de controle foi composta por um registro de segurança, filtro com malha de peneira 50 mesh, regulador de pressão manual, hidrômetro digital e manômetro

### **3.16 Equipamentos auxiliares**

#### **3.16.1 Painel elétrico**

O posicionamento e controle do conjunto moto bomba foi montado com um painel elétrico, contendo uma chave de segurança trifásica, um contactor modelo CW4 tripolar, um relê bimetálico de sobrecarga térmico tipo: RW 27 D e duas tomadas com entrada de 110 e 220 V respectivamente.

#### **3.16.2 Conjunto motobomba**

Na condução do experimento, foi usado um motor de indução bifásico modelo Hydrobloc P500 KSB de 0,5 HP para funcionamento com tensão entre 220 V, e 3.450 rpm.

### **3.17 Variáveis de crescimento**

As avaliações dos tratamentos iniciaram no dia da realização do "pinch" (DA<sub>Pi</sub>) com a coleta de dois vasos com duas plantas em cada um, perfazendo um total de quatro plantas por parcela. As análises foram feitas no laboratório do Departamento de Engenharia Rural da FCA (UNESP)- Botucatu -SP e no laboratório da Fazenda Experimental São Manuel-SP, com seis leituras a partir da instalação do experimento, a cada 21 dias, iniciando-se aos 0, 21, 42, 63, 84, 105 DA<sub>Pi</sub>.(Dias após o "Pinch"). Em cada amostragem foram analisadas e processadas as seguintes variáveis fisiológicas: a) Análise de crescimento (área foliar, matéria seca), b) Medidas biométricas (número de folhas, diâmetro da base da

haste, altura da planta, número de internódios, distância de internódios), c) Produção (número total de botões florais, botões florais abertos, botões florais fechados), d) Análise química de nitrogênio da massa seca (haste, folha), e) Trocas gasosas, f) Clorofila nas diferentes épocas de coleta das amostras para análise foliar (a cada 21 dias), em 6 diferentes épocas de coleta.

### **3.17.1 Medidas de crescimento**

Durante as coletas de plantas em que foram determinadas as medidas biométricas, também avaliaram-se as medidas de crescimento, como: a) Altura das plantas, medidas com uma régua em milímetros, onde foram coletadas alturas correspondendo à distância vertical, do colo da planta até o ápice; b) Número de folhas, onde foi realizada contagem de todas as folhas mais jovens e mais velhas aos 0, 21, 42, 63, 84, 105 DAPI. Em cada amostragem foram analisadas 4 plantas de *lisianthus* por parcela.

### **3.17.2 Diâmetro da base do caule**

O diâmetro da base do caule, foi medido utilizando-se um paquímetro, em dois vasos por parcela, contendo duas plantas cada e nas repetições, totalizando 60 plantas, durante as 6 diferentes coletas no tempo.

### **3.17.3 Número de folhas**

Na seqüência da leitura da área foliar, procedeu-se a contagem individual do total de folhas nas 60 plantas avaliadas durante as 6 diferentes coletas no tempo.

### **3.17.4 Distância de internódios até o "Pinch"**

As medidas foram realizadas com uma régua graduada em milímetros, da base do colo da planta até o ponto onde ocorreu o seccionamento da dominância apical ("Pinch"), para medir a distância de internódios neste intervalo, em todas hastes, nas 60 plantas avaliadas durante as 6 diferentes coletas no tempo.

### 3.18 Preparo das amostras para análise química de nutrientes e fitomassa seca

O preparo das amostras para análise química em laboratório transcorreu em diversas etapas de limpeza dos resíduos oriundos do campo e obedeceu a seguinte sequência: a) Imersão do material em um recipiente plástico contendo solução detergente; b) Lavagem deste material em água corrente com o auxílio de uma peneira; c) Colocação do material em um outro recipiente contendo água corrente para retirada de resíduos do detergente; d) Passagem do material novamente para mais um terceiro recipiente com água corrente e retirada final de possíveis resíduos de substrato e detergente; e) Imersão e lavagem do material em um quarto recipiente contendo água destilada; f) Colocação do material para uma pré secagem envolto em papel absorvente; e g) Colocação de todo o material, acondicionados em pequenos sacos de papel apropriados em estufa ventilada a uma temperatura de 65<sup>0</sup>C, por um período de 24 horas, conforme técnica recomendada por Malavolta et al.(1997). Foi determinado o N total na biomassa aérea através do método semi-micro kjeldal (Malavolta et al., 1997).

### 3.19 Análise de crescimento

Para análise e ajuste dos dados foi usado um programa computacional em linguagem basic, denominado “ANACRES”, referentes a área foliar (AF) e massa seca (MS), em relação ao tempo (t) nos intervalos de coleta dos dados a cada 21 dias, obtendo-se desta forma resultados referentes aos índices fisiológicos. Os dados estimados foram: massa seca (MS) expressos em g, área foliar (AF) expressos em dm<sup>2</sup>, taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), peso específico da folha (PEF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), expresso em g. semana<sup>-1</sup>.

Realizaram-se seis coletas de plantas a cada 21 dias para serem determinadas as medidas biométricas que representassem a produtividade vegetal, iniciando-se aos 0, 21, 42, 63, 84, 105 DAPI. Em cada amostragem, foram coletadas 4 plantas de *lisianthus* (dois vasos) por parcela.

Os critérios de amostragem e coleta para análise foliar foram determinados conforme sugerido por Benincasa (1988), que em função da área experimental

foi feita com destruição das plantas, tomando-se sempre em cada coleta dados relativos a comprimento do caule, altura, número de entrenós, ramificações, folhas, e número de flores. Os vasos com as plantas da amostragem, foram sorteados em cada uma das parcelas experimentais para possibilitar amostras ao acaso, tomando-se sempre o cuidado na retirada destes vasos, de forma que nas retiradas subseqüentes os vasos circunvizinhos às amostras retiradas anteriormente não fossem coletados.

### **3.19.1 Matéria seca (MS)**

A matéria seca das plantas de *lisianthus* foi determinada colocando-se separadamente hastes, folhas e botões florais em estufa de ventilação forçada a 65<sup>0</sup>C, até massa constante. O peso seco das hastes, folhas e botões florais foi determinado com uma balança digital “Micronal” modelo AB 204, classe I, com aproximação de 4 casas decimais (0,0001 g).

### **3.19.2 Área foliar (AF)**

Na avaliação das medidas de Área foliar (AF), expressas em dm<sup>2</sup> utilizou-se aparelho da LI-COR, “Area Meter ” modelo LI-3100 (Lincoln, Nebraska – USA), efetuando-se as leituras das folhas, coletadas nas diferentes épocas de avaliação dos 6 tratamentos e das 5 repetições referentes (0, 21, 42, 63, 84, 105 DAPI), a 4 plantas em 2 recipientes (vasos plásticos) cada.

## **3.20 Índices fisiológicos utilizados na análise de crescimento**

Para a análise de crescimento, utilizou-se de amostras de plantas, das seis diferentes coletas no tempo (0, 21, 42, 63, 84, 105 DAPI). Os parâmetros para os índices fisiológicos, foram calculados utilizando-se o programa ANACRES, desenvolvido por Portes & Castro Júnior (1991), onde após o ajuste de AF e MS, em relação ao tempo, seguindo a linha de tendência na análise de regressão exponencial quadrática. Foram analisados: a) Massa seca da haste (MSH), b) Massa seca da folha (MSF), c) Massa seca da flor (MSFI), d) Massa seca total (MST), e) Área foliar (AF).

**a) Área foliar específica (AFE) em  $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$**

Este índice corresponde à razão entre a área das folhas (AF) e a matéria seca destas (MSF).

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad \text{eq.(6)}$$

em que:

AF = Área das folhas

MSF = Massa seca das folhas

**b) Taxa assimilatória líquida (TAL), em  $\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$**

Este índice expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida em gramas, por decímetro quadrado de área foliar, na unidade de tempo, demonstrando a eficiência do sistema assimilador.

$$TAL = \frac{dMST}{dt} \times \frac{1}{IAF} \quad \text{eq.(7)}$$

em que:

MST = Massa seca total

IAF = Índice de área foliar

**c) Taxa de crescimento relativo (TCR), em  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$**

A taxa de crescimento relativo (TCR), corresponde ao incremento da matéria seca total, por unidade de matéria seca total existente na unidade de tempo.



$$\text{TCR} = \frac{d(\ln \text{MST})}{dt} \quad \text{eq.(8)}$$

em que:

MST = Massa seca total

T = Tempo

#### **d) Razão de área foliar (RAF), em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$**

A razão de área foliar (RAF) é definida como sendo o quociente entre a superfície das folhas (AF) e a matéria seca total da planta (MST). Esta relação fornece uma estimativa da dimensão relativa do aparelho assimilador.

$$\text{RAF} = \text{AF} / \text{MST} \quad \text{eq.(9)}$$

#### **e) Duração da área foliar (DAF), em $\text{dm}^2 \text{dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$**

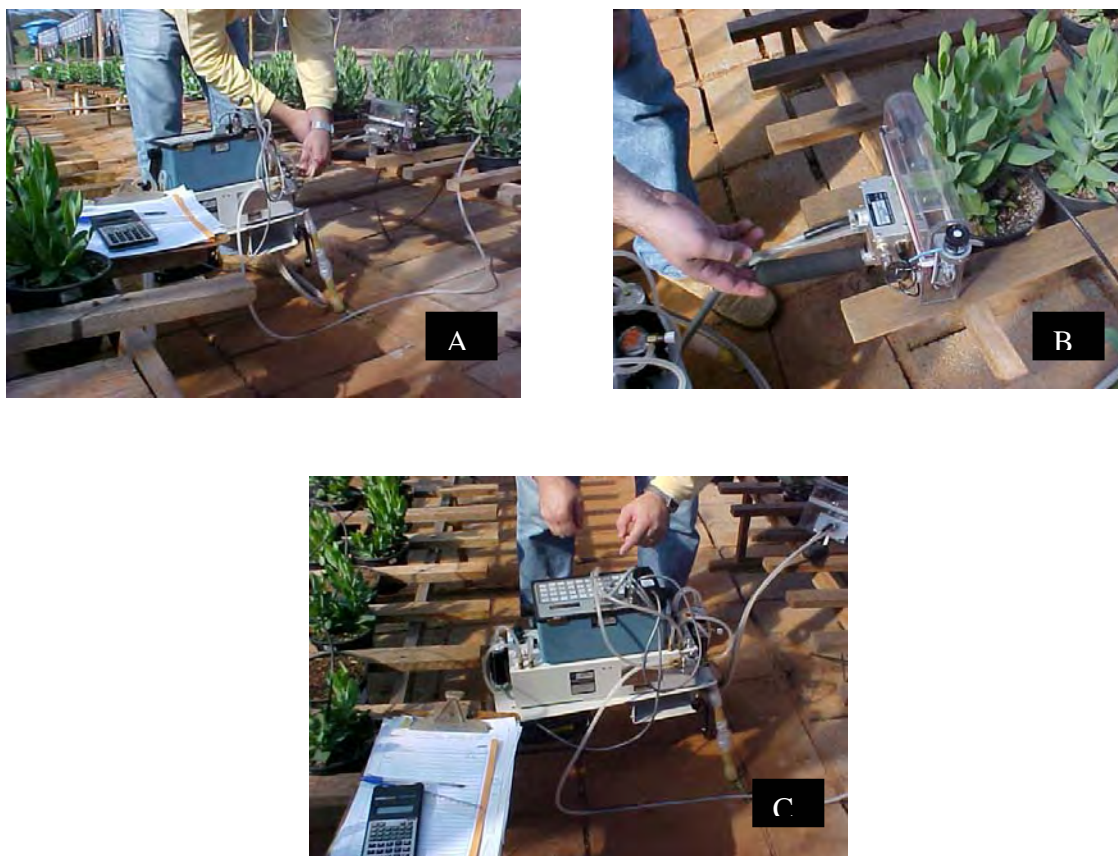
A duração da área foliar (DAF) é denominada pela integral do índice de área foliar (IAF) em relação ao tempo, e que expressa em termos quantitativos quanto tempo a planta mantém sua superfície assimilatória ativa.

$$\text{DAF} = \int_{t_1}^{t_2} \text{IAF} dt \quad \text{eq.(10)}$$

### **3.21 Trocas gasosas**

Entre as 09h:45min e 11h:15min de 20/08/03, foram mensuradas as trocas gasosas em 5 plantas de cada tratamento, com um equipamento portátil de sistema fechado analisador de gases por infravermelho - IRGA (LI 6200, LI-COR, Lincoln, Nebraska - USA). As condições durante as medições foram: radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média de  $1441,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; temperatura do ar dentro da câmara fotossintética de  $31,28 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

déficit de pressão de vapor (DPV) médio de 8,69 kPa; umidade relativa de 53 % e  $\text{CO}_2$  externo de  $282,3 \text{ mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ . Na mesma data, foi mensurado o teor de clorofila em 30 plantas de cada tratamento, (Figura 6)



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 6. a) Calibração do “IRGA” para leitura das trocas gasosas; b) Introdução do aparelho na folha de lisianthus, para leitura das trocas gasosas; c) Leitura das trocas gasosas. São Manuel, SP. 2003.

### 3.22 Clorofila

As leituras da clorofila foram realizadas com o auxílio do aparelho Minolta SPAD- 502. O medidor SPAD-502 avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula

de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção e cujas tomadas foram executadas segundo o planejamento das outras variáveis avaliadas, com 7 coletas ao longo do ciclo da cultura em intervalos determinados a cada 21 dias, iniciando-se a primeira leitura em seguida a realização do “Pinch” em 30 de junho de 2003, tomando-se como padrão coletas às 14h:00min. (Figura 7).



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 7. Leituras do índice de clorofila, realizadas com o auxílio do aparelho Minolta SPAD-502 . São Manuel, SP. 2003.

### 3.23 Nitrogênio (N) haste/folha

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão no programa SISVAR.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de irrigação desenvolvido atendeu as necessidades da cultura, uma vez que o sistema operou com uniformidade acima de 90%, conforme os resultados dos testes realizados ao longo da condução da cultura, onde a pressão foi controlada através de regulador de pressão e manômetro, instalados no cabeçal de controle, juntamente com medições de pressão com um manômetro de agulha, que era inserido diariamente nos diversos pontos de tomada distribuídos no final de cada linha lateral.

A utilização das garrafas plásticas descartáveis “pet” com gotejadores acoplados, do tipo equipo para utilização em soros hospitalares, demonstrou ser eficaz. O regulador de escoamento da solução acoplado no micro tubo permitiu a vazão necessária para a aplicação das diferentes doses de nitrogênio nas parcelas experimentais, e no fornecimento fracionado nos diversos vasos com substrato e plantas de lisianthus, nos diversos estadios de desenvolvimento da cultura .

### 4.1 Avaliação do sistema de irigação

#### -Uniformidade de emissão

$$UE = \frac{q_{25}}{q} \times 100$$

$$UE = 90,5\%$$

em que:

$UE$  - uniformidade de emissão em porcentagem;

$q_{25}$  - vazão média dos 25% menores valores de vazão em  $L.h^{-1}$ ;

$\bar{q}$  - média das vazões observadas em  $L.h^{-1}$ .

Os diversos testes de uniformidade realizados permitiram detectar preventivamente entupimentos na tubulação e nos emissores. O monitoramento diário auxiliou nas correções imediatas e nas diversas variações de pressão ocorridas, permitiu corrigir vazamentos ao longo da linha lateral, nas uniões e na fixação dos emissores, bem como a substituição imediata dos emissores e microtubos defeituosos. Esse monitoramento permitiu que a uniformidade de emissão estivesse sempre acima de 90% como recomendado. O sistema da forma como foi dimensionado, permitiu um ajuste e aplicação adequada dos fertilizantes utilizados via água de irrigação, obtendo-se desta forma um melhor aproveitamento pelas plantas nos diversos tratamentos e repetições. Segundo Bralts citado por Frizzone (1999) o critério para interpretação dos valores de  $UE$  é disposto como:

90% ou >	excelente
80% a 90%	bom
70% a 80%	regular
60% a 70%	ruim
< 60%	inaceitável

o que revelou a posição de "excelente" na primeira avaliação conduzida neste sistema com 90,5% de uniformidade de emissão, considerando-se que os emissores de fluxo turbulento, bem como a tubulação do sistema foi utilizada em outros experimentos.

De acordo com Soares et al. (1993), que avaliaram o desempenho de sistemas de irrigação localizada, o coeficiente de uniformidade de distribuição de vazão e problemas com entupimento de gotejadores e microaspersores, podem variar com o tempo. Constataram ainda que os emissores de fluxo turbulento foram os que apresentaram os melhores coeficientes de uniformidade e as menores percentagens de entupimento, enquanto que os emissores do tipo autocompensante não apresentaram desempenho hidráulico esperado.

Outros fatores relevantes na condução e manejo da fertirrigação, foram os controles do pH e a temperatura da água utilizada na fertirrigação bem como nas soluções

injetadas no sistema e via “pet”. De acordo com Vitti et al.(1993), deve-se ter conhecimento do pH da água de irrigação no momento da injeção do fertilizante, uma vez que determinadas fontes de nitrogênio podem aumentar o pH da água. Com o aumento do pH da água, existe o perigo da precipitação de carbonatos de cálcio e magnésio insolúveis presentes em algumas fontes de água, que podem proporcionar entupimento dos emissores, especialmente no caso de gotejo.

#### **4.2 Manejo da irrigação**

A escolha do método das pesagens, no manejo da irrigação foi importante para os resultados obtidos, tanto no fornecimento da água, como na fertirrigação. Este método apresentou dificuldades operacionais e controle trabalhoso, constatação feita também por Bataglia (1989), todavia é ainda o mais adequado na experimentação agrícola, devido a precisão e confiabilidade dos dados na utilização de vasos em ambiente protegido em floricultura. É um sistema consagrado, antigo, e muito eficiente, desde que observados alguns cuidados no manejo da irrigação e da cultura. A reposição da água através deste método, evitou danos causados pelo estresse, devido as variações de temperatura do ar e umidade relativa, e as perdas pela evapotranspiração, sendo necessário um monitoramento rigoroso, de acordo com as exigências da cultura do *lisianthus*, em cada um de seus estadios fenológicos.

É importante, também definir-se a real capacidade de retenção de água do substrato utilizado, pois tanto a falta como o excesso de água acarretam menores produções de matéria seca.(FREIRE, 1984; ALMEIDA et al. 1985; PAULA e SIQUEIRA, 1987).

Considerando-se que a lâmina de reposição foi igualmente equilibrada em todos os tratamentos, os resultados obtidos de produção no número de botões florais e peso da matéria seca foram função da variação das diferentes doses de nitrogênio nos respectivos tratamentos e repetições.

Carlesso et al. (2000), conduziram manejo na irrigação com a cultura do milho, a partir da evapotranspiração, alertam para o fato de que pode ocorrer uma redução na capacidade produtiva da cultura sem ocorrência de sintomas externos de deficiência de água nas plantas, ou redução, quantitativa no crescimento das mesmas, constatando desta forma, que uma redução no número de irrigações durante o ciclo de desenvolvimento da

cultura ou um aumento do turno de irrigações (intervalo entre duas irrigações consecutivas), e um incremento na lâmina de irrigação, resulta em redução no rendimento de grãos da cultura do milho. Fernandes et al. (2002) observaram que o parcelamento da oferta de nutrientes à cultura do tomate via fertirrigação e desenvolvida em substrato sob ambiente protegido, resultou em consideráveis melhorias de desenvolvimento e produção, visto que os nutrientes foram distribuídos de maneira mais uniforme.

É importante salientar que neste trabalho, o conjunto moto-bomba foi montado em cota inferior aos dois reservatórios de água não sendo necessário vencer qualquer recalque para a irrigação da cultura, trabalhando desta forma, com alívio de pressão, revelando um baixo consumo de energia elétrica. Em uma circunstância física parecida, o pequeno floricultor contaria com uma acentuada redução nos custos de produção.

### **4.3 Nitrogênio**

Os modelos de regressão e os ajustes das diferentes doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200, 250, e 300 mg), nas diferentes épocas de avaliações, aos 0, 21, 42, 63, 84 e 105 DAPI, são apresentados na Tabela 10. O modelo quadrático, apresentou o melhor ajuste. Os resultados das aplicações das diferentes doses para a variável “nitrogênio haste/folha”, foi significativo. As diferentes doses nas diversas épocas de coleta para avaliação foi significativa, e a interação DOSES X DAPI, também foi significativa.

Tabela 10. Equações e análise de regressão para o conteúdo de nitrogênio (N) em haste e folha em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = 1,7661x^2 - 20,171x + 61,23$	0,97*
100 mg	$y = 1,6679x^2 - 19,498x + 61,48$	0,95*
150 mg	$y = 1,3839x^2 - 17,473x + 59,45$	0,95*
200 mg	$y = 1,5714x^2 - 18,511x + 60,74$	0,96*
250 mg	$y = 1,4268x^2 - 16,967x + 57,33$	0,97*
300 mg	$y = 1,5411x^2 - 17,773x + 59,55$	0,97*

As análises químicas foram realizadas aos 105 DAPi, na última coleta, afim de serem avaliadas as quantidades de nutrientes presentes na parte aérea (haste e folha) da planta de lisianthus . Essas análises foram determinadas à partir da massa seca de todas as hastes e folhas coletadas nos vasos em cada uma das diferentes épocas de avaliação (0, 21, 42, 63, 84, 105 DAPi).

Na figura 8, observa-se que as concentrações de nitrogênio, haste e folhas, variaram com a idade da planta. Verifica-se uma redução em quase metade dessa concentração no período de avaliações compreendido entre 21 DAPi e 42 DAPi e mantendo o decréscimo até 105 DAPi. É possível acompanhar o comportamento das diferentes doses de nitrogênio (N) nas plantas de lisianthus, com o início das aplicações (0 DAPi) do nutriente via fertirrigação.



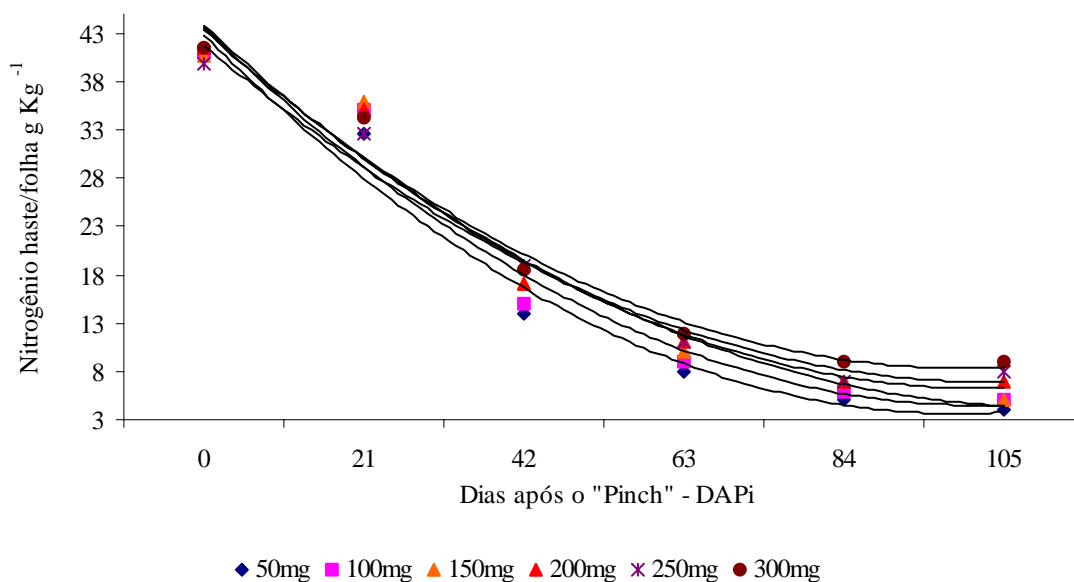


Figura 8. Conteúdo de nitrogênio (N) em haste e folha em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses, via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Na figura 9a, observa-se o desenvolvimento das plantas de lisianthus submetidas as diferentes doses de N e 9b, já no final do ciclo da cultura as diferenças na produção de botões florais e senescência das folhas mais velhas nos diferentes tratamentos.



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 9. a) Plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N), durante a fase de desenvolvimento. b) Produção de botões florais em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003.

Observou-se uma mobilização do nitrogênio à partir do período compreendido entre 0 e 42 DAPi. Essa movimentação do N foi semelhante em todos os tratamentos : 50 mg, 100 mg, 150 mg, 200 mg, 250 mg, e 300 mg. Aos 105 DAPi, são evidentes as diferenças no acúmulo (haste/folha) do nutriente nos diversos tratamentos. As análises realizadas do nutriente nesse período de observação, apresentaram na menor dose aplicada (50mg), valores de  $4\text{g. Kg}^{-1}$  e na maior dose aplicada (300 mg), valores de  $9\text{g. Kg}^{-1}$ .

Tombolato et al. (2000) no cultivo comercial de alstroeméria (*Alstroeméria* spp.), obteve resultados que sugerem que houve uma retranslocação de N das folhas para o caule e a inflorescência. Estas observações dos autores para esta espécie estudada está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo onde o comportamento do nitrogênio sugere que houve uma mobilização das folhas mais maduras para as mais jovens e em formação em acordo com Marschner (1995), e translocado para a formação dos botões florais (inflorescência), conforme apresentado na Figura 10, para a razão do peso da haste/folha e flor, uma vez que esta componente é basicamente fisiológica e expressa a razão entre o peso da matéria seca retida e o peso da matéria seca acumulada na planta (parte aérea) (BENINCASA, 1988) onde foi possível observar-se a forma provável de como ocorreu essa exportação, considerando-se que as folhas representam os centros de produção fotossintética (matéria seca) e portanto o restante dos órgãos da planta dependem desta exportação.

Aos 0 DAPi, as análises realizadas no substrato para monitoramento do pH, da solução em cada um dos tratamentos e repetições via fertirrigação, apresentaram um resultado médio de pH 6,0, mantendo-se nesse nível até, os 42 DAPi. Aos 63 DAPi as análises realizadas apresentaram uma variação no pH, para valores entre 4,8 e 5,0, mantendo-se nestes patamares até os 105 DAPi indicando a presença do íon  $\text{NO}_3^-$ . Esta forma de nitrogênio foi a predominante e melhor aproveitada pelas plantas de *lisianthus*, estando esta observação de acordo com Marschner (1995). Quando o pH esta mais ácido, a possibilidade de absorção é maior de íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Wignarajah (1994) também afirma que em presença de pH ácido avalia-se que o nitrogênio apresentado na forma de  $\text{NO}_3^-$  é melhor aproveitado pela maioria das plantas e os íons de  $\text{NH}_4^+$  são melhores aproveitados em valores de pH mais elevados.

No período compreendido entre os 42 DAPi e 63 DAPi , ocorreu o início da formação dos botões florais, e provavelmente o período de maior demanda de nitrogênio. Esta intensa movimentação do N é também relatada por Coll et al. (1995). As

aplicações parceladas do nitrogênio via fertirrigação, propiciou um bom desenvolvimento da zona radicular e portanto um melhor aproveitamento do nitrato de amônio. Stark et al. (1983) e Feigin et al. (1982) constataram que aplicações parceladas de nitrogênio, por meio da fertirrigação, pode ter reduzido as perdas por lixiviação e favorecido um melhor desenvolvimento do sistema radicular, o que é confirmado por Pinto et al. (1992, 1993). Aplicações mais freqüente e em menores quantidades, de nitrogênio, permitem reduzir estas perdas, aumentando a eficiência do uso do fertilizante, promovendo um aumento da produtividade.

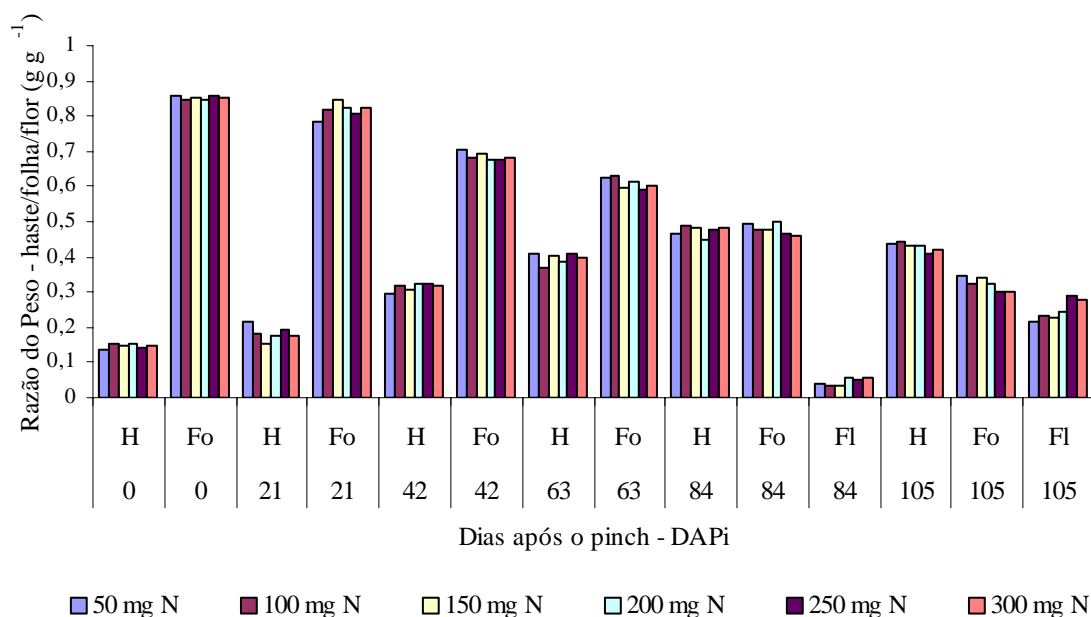


Figura 10. Razão do peso da haste folha e flor em lisianthus, submetidos a diferentes doses de nitrogênio, via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tabela 11. Equações e análise de regressão para o acúmulo de nitrogênio (N) haste e folha em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = -0,0106x^2 + 0,0868x - 0,0154$	0,75*
100 mg	$y = -0,008x^2 + 0,0829x - 0,0163$	0,92*
150 mg	$y = -0,0115x^2 + 0,1139x - 0,0569$	0,99*
200 mg	$y = -0,0048x^2 + 0,0825x - 0,0185$	0,90*
250 mg	$y = -0,0026x^2 + 0,0793x - 0,013$	0,93*
300 mg	$y = 0,0021x^2 + 0,0699x - 0,0106$	0,97*

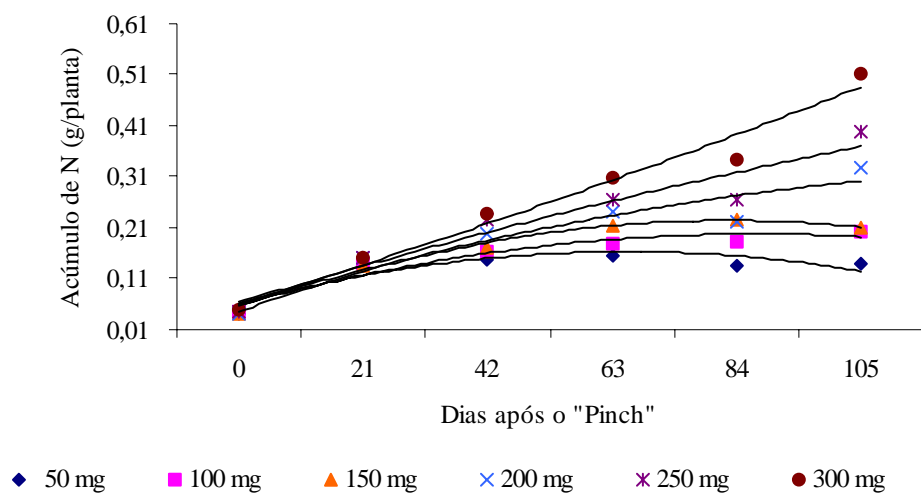


Figura 11. Acúmulo de nitrogênio (N) em haste e folha em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses, via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

#### 4.4. Medidas biométricas de crescimento

##### 4.4.1. Altura do pedúnculo e altura das plantas

A fim de se determinar os efeitos das diferentes doses de N, ministradas via fertirrigação na variável “altura do pedúnculo” de lisianthus, procedeu-se a regressões de modelos linear e quadrático. As regressões das doses do N nas diferentes épocas de avaliação, aos 0, 21, 42, 63, 84, e 105 DAPi, não apresentaram efeito significativo. O desdobramento de DOSES X DAPi, apresentou uma correlação não significativa. É possível inferir mediante estas análises que as diferentes doses de nitrogênio não influenciaram nos resultados finais para a variável “altura do pedúnculo” Figura 12.

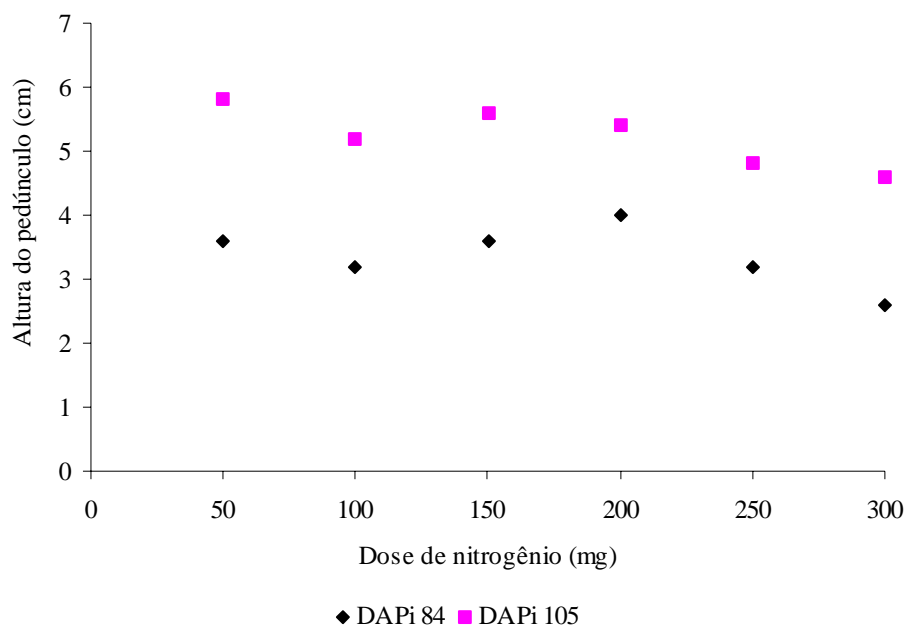


Figura 12. Altura do pedúnculo em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003.

No período compreendido entre 83 e 105 DAPi, (estação da primavera), no estadio de pleno desenvolvimento dos botões florais, foi observado durante o monitoramento da cultura, nos diversos tratamentos (50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg de N), que as plantas de lisianthus apresentavam um dobramento no pedúnculo floral como resposta a

um início de estresse hídrico, durante os intervalos estabelecidos para reposição da irrigação, em função da elevação das temperaturas médias registradas no período, sendo necessário um aumento na frequência das pesagens dos vasos, passando de uma para duas vezes ao dia e como resultado dessas pesagens, aumentou-se a frequência de reposição da irrigação, também para duas vezes ao dia .

O dobramento do pedúnculo foi uma resposta das plantas de *lisianthus* ao estresse hídrico, verificado ao nível do limite inferior (Li) estabelecido para reposição da irrigação, demonstrando desta forma que as plantas de *lisianthus* apresentaram uma sensibilidade a estresse hídrico considerada de leve a moderada. A faixa de reposição da irrigação utilizada nesta pesquisa através do método das pesagens, demonstrou ser adequada, uma vez que as plantas apresentavam retorno do pedúnculo a posição normal passadas duas horas do início da reposição. Carvalho et al.(2001) avaliando o crescimento e produção de hastes florais de gladiolos cultivados sob condições de déficit hídrico constataram que os melhores resultados em relação ao tamanho da planta, da haste floral e do número de flores foram obtidos com o cultivo do gladiolo sem déficit hídrico em todas as suas fases, estas constatações estão adequadas as observações realizadas no presente estudo onde foi possível identificar o comportamento que as plantas de *lisianthus* apresentaram sob condição de estresse hídrico na faixa de leve a moderado.

Os modelos de regressão e os melhores ajustes para a variável “altura das plantas” nas diferentes doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200, 250, e 300 mg), nas diferentes épocas de avaliações, aos 0, 21, 42, 63, 84 e 105 DAPi, são apresentados na Tabela 12, onde na dose de 50mg o ajuste mais adequado foi o modelo linear, nas doses de 100, 150, 200 e 250 mg, o modelo quadrático e na dose de 300 mg o modelo cúbico.

Os resultados das aplicações das diferentes doses de N para a variável “altura das plantas foi significativo. As diferentes doses nas diversas épocas de coleta para avaliação foi significativa, e a interação DOSES X DAPi, também foi significativa.

Tabela 12. Equações e análise de regressão para a variável “Altura das plantas” em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = 12,011x - 12,273$	0,94*
100 mg	$y = 1,3218x^2 + 2,4001x - 0,884$	0,98*
150 mg	$y = 1,2146x^2 + 3,0884x - 2,218$	0,97*
200 mg	$y = 1,0107x^2 + 4,4624x - 3,526$	0,98*
250 mg	$y = 0,7955x^2 + 5,8255x - 4,575$	0,97*
300 mg	$y = -0,7075x^3 + 8,2636x^2 - 17,023x + 13,98$	0,99*

O comportamento de crescimento e desenvolvimento das hastes conforme Figura 13, apresentaram no início do desenvolvimento até os 42 DAPI, um crescimento mais lento e uniforme. No intervalo compreendido de 42 DAPI até 63 DAPI, o desenvolvimento foi mais rápido, ocorrendo neste período uma maior demanda de nutrientes, coincidindo com o início da formação dos botões florais. A partir dos 63 DAPI, quando as hastes já haviam atingido mais de 50% da altura, ocorreu diminuição no ritmo de crescimento.

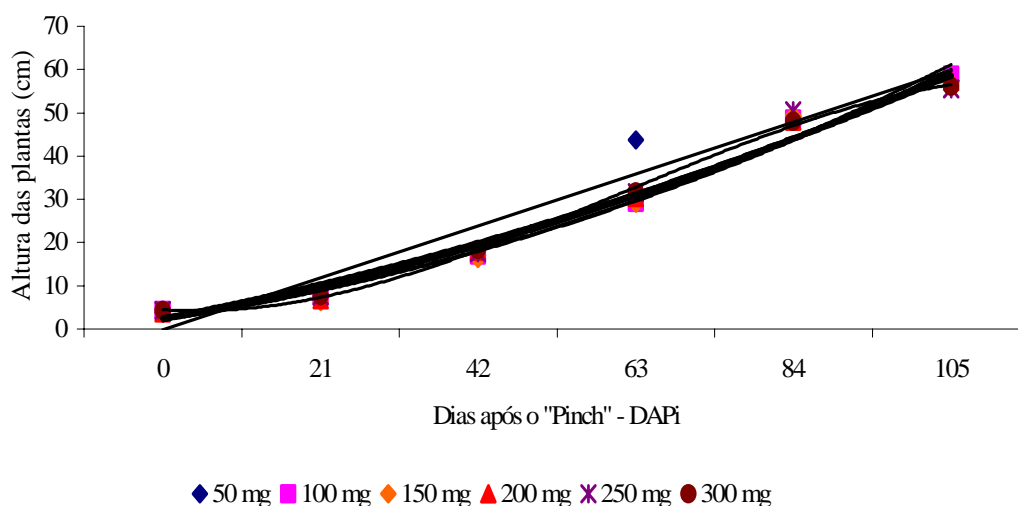


Figura 13. Altura das plantas (AP) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

O comprimento final das hastes aos 105 DAPi, nas diferentes doses foram: (50 mg) 57,41 cm, (100 mg) 58,78 cm, (150 mg) 56,89 cm, (200 mg) 57,3 cm, (250 mg) 55,64 cm e (300 mg) 56,2 cm. Para os padrões de comercialização, do cultivar “Mariachi”, esta altura de haste, para plantas cultivadas em vasos (pote 15) é considerada fora dos padrões usuais de comercialização. O mercado da floricultura considera a altura compreendida entre 35 e 40 cm, como sendo a amplitude ideal para a comercialização do lisianthus em vasos. Já Camargo et al. (2004) obtiveram para a variedade “Echo”, cultivada em solo um comprimento de hastes de 90,5 cm aos 120 dias após o transplante, os autores afirmam que estas medidas encontradas são adequadas. Há que se ressaltar que neste caso as plantas de lisianthus são comercializadas em maços.

O crescimento das plantas sem adição de regulador de crescimento permitiu o conhecimento e as limitações do desenvolvimento das hastes nos diversos tratamentos, e neste sentido foi possível fazer algumas observações:

As mudas foram transplantadas com quatro a cinco pares de folhas verdadeiras, ou seja em estágio de desenvolvimento maior do que a recomendação prática. Após a retirada da dominância apical (“pinch”), a brotação lateral das gemas floríferas foi muito rápida e com vigor. Roncancio e Pereira (1999) em pesquisas com “solidaster” (*solidago x luteus*), avaliando a aceleração uniforme da floração verificaram que em dias longos (DL), ocorreu um aumento na altura das plantas e um aumento no número de ramificações laterais. Estas observações também foram observadas neste estudo.

À partir dos 63 DAPi, todos os vasos em cada um dos tratamentos e repetições, tiveram pelo menos uma haste com problemas de acamamento, mesmo nos tratamentos com as maiores doses de nitrogênio (200, 250 e 300 mg), ministradas via fertirrigação, e cujas hastes possuíam um maior desenvolvimento (diâmetro) na base do colo, e que não suportaram o peso dos botões florais. Desta forma, foi necessário realizar um tutoramento de proteção com estacas de bambu, os quais minimizaram esses danos, porém deixaram os vasos com um aspecto pouco interessante do ponto de vista comercial.



#### 4.4.2 Diâmetro das hastes

Com o propósito de se determinar os efeitos das diferentes doses de N, ministradas via fertirrigação na variável “diâmetro das hastes” de *lisianthus*, procedeu-se a regressões de modelo linear, quadrático e cúbico, para as diferentes doses de N e nas diversas épocas de avaliação, aos 0, 21, 42, 63, 84, e 105 DAPi. Tabela 13. O comportamento para as regressões do “diâmetro das hastes” nas diferentes doses de nitrogênio apresentaram nas diversas doses de N: 50 mg, 100 mg, 150 mg, 200 mg, 250 mg e 300 mg, o modelo quadrático apresentou um melhor ajuste. O desdobramento de DOSES X DAPi, apresentou uma correlação não significativa. O efeito das doses de nitrogênio ao longo do desenvolvimento para a variável “diâmetro das hastes” foi significativa. Dias após o “pinch”, (DAPi) para as diferentes doses também foi significativo. Observou-se nestas avaliações que as variações nas medições dos diâmetros das hastes diferenciaram muito pouco em relação as diferentes doses de nitrogênio. Figura 14.

Como havia sido discutido no item anterior “altura das plantas” todos os vasos em cada um dos tratamentos e repetições, tiveram pelo menos uma haste com problemas de acamamento, mesmo nos tratamentos com maiores doses de nitrogênio.

O diâmetro da haste é uma dimensão linear com uma grande importância, pois auxilia e contribui no conhecimento da fenologia e na identificação de diferenças entre os tratamentos estabelecidos, (BENINCASA 1988). As observações efetuadas apresentaram os seguintes resultados de diâmetro das hastes para os tratamentos: 50 mg, 47,6 mm; 100 mg, 48,23 mm; 150 mg, 47,2 mm; 200 mg, 52,18 mm; 250 mg, 52,17 mm ; 300 mg, 52,93 mm respectivamente, conforme pode-se observar na Figura 14 e as diferenças entre os tratamentos de 50 mg, 100 mg, e 150 mg, dos demais é resultado direto da nutrição recebida, nas maiores doses.

As percentagens de acamamento para as diferentes doses de nitrogênio foram: 50 mg, 68%; 100 mg, 62%; 150 mg, 57%; 200 mg, 53%; 250 mg, 47%; e 300 mg, 44%, portanto resultado direto da variação das diferentes doses de nitrogênio nos tratamentos.

É importante salientar que as leituras para o número de botões florais foram maiores no tratamento de 300 mg (62 botões florais), comparando-se ao tratamento com 50 mg (29 botões florais), estes resultados mostram a importância do diâmetro bem

desenvolvido para a sustentação das plantas, sendo que estas constatações têm relevante significado para o mercado da floricultura.

Tabela 13. Equações e análise de regressão para a variável “diâmetro das hastes” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = -1,705x^2 + 18,163x + 0,136$	0,99*
100 mg	$y = -2,0502x^2 + 20,682x - 2,103$	0,99*
150 mg	$y = -2,703x^2 + 25,74x - 9,441$	0,98*
200 mg	$y = -2,3698x^2 + 23,998x - 7,353$	0,98*
250 mg	$y = -2,3882x^2 + 23,802x - 5,602$	0,99*
300 mg	$y = -2,4212x^2 + 24,546x - 6,537$	0,98*

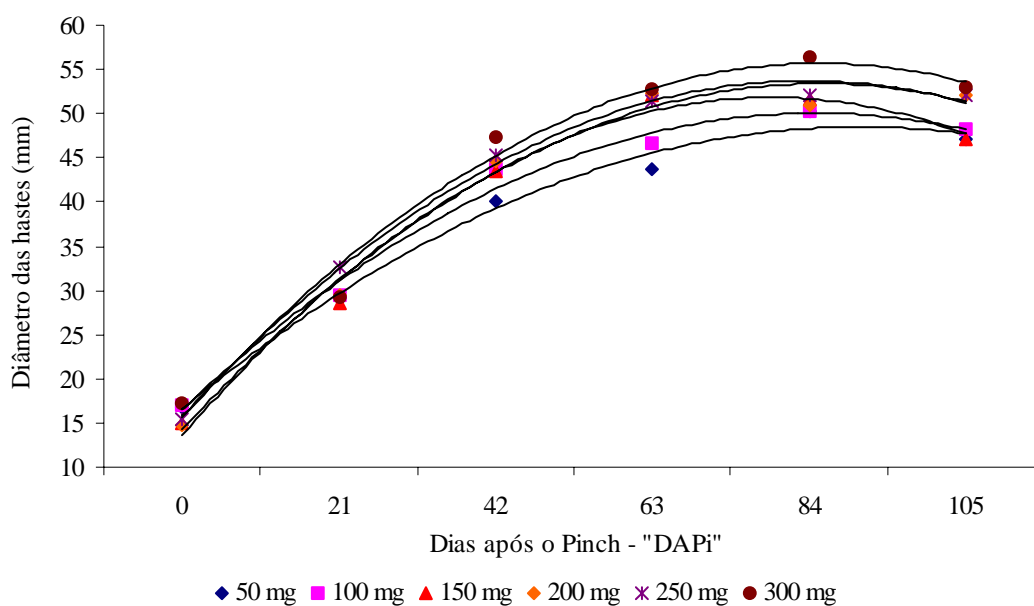


Figura 14. Diâmetro das hastes em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003.

#### 4.4.3 Número de internódios e distância entrenós

Com o propósito de se determinar os efeitos das diferentes doses de N, ministradas via fertirrigação para a variável “número de internódios” em plantas de lisianthus, procedeu-se a regressões de modelo linear, quadrático e cúbico. Foram também efetuadas regressões das doses do N nas diferentes épocas de avaliação, aos 0 DAPi, 21 DAPi, 42 DAPi, 63 DAPi, 84 DAPi, e 105 DAPi. Nas regressões para avaliar o crescimento nas diferentes doses de nitrogênio, o melhor ajuste para as diferentes doses 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, foi o modelo quadrático, conforme Tabela 14. O desdobramento de DOSES X DAPi, apresentou uma correlação não significativa. O efeito das doses de nitrogênio ao longo do desenvolvimento para a variável “número de internódios” foi significativo e as diferentes épocas de coleta (DAPi), para as diferentes doses, também foi significativo.

Tabela 14. Equações e análise de regressão para a variável “número de internódios” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = -1,017x^2 + 10,757x - 6,485$	0,96*
100 mg	$y = -1,0012x^2 + 10,884x - 6,427$	0,94*
150 mg	$y = -0,828x^2 + 9,9343x - 5,773$	0,98*
200 mg	$y = -0,8216x^2 + 10,261x - 6,133$	0,97*
250 mg	$y = -0,9911x^2 + 11,195x - 6,45$	0,94*
300 mg	$y = -1,1398x^2 + 12,71x - 8,761$	0,94*

Na Figura 15, observa-se que no período compreendido entre 0 DAPi e 21 DAPi, todos os tratamentos nas diferentes doses, apresentaram resposta crescente e com valores no número de internódios bem próximos. No período compreendido entre 21 e 42 DAPi, as plantas de lisianthus apresentaram respostas diferenciadas entre os diversos tratamentos com as diferentes doses, apresentando maiores valores nas doses mais elevadas de 200 e 250 mg.

Dos 42 DAPi aos 63 DAPi, manteve-se a tendência crescente para os valores nas doses mais elevadas, porém o tratamento com 200mg de N (tratamento padrão), apresentou uma resposta com valores semelhantes ao tratamento com 250mg. Aos 105 DAPi, as respostas foram crescentes em relação as diferentes doses de N ministradas via fertirrigação: 50 < 100 < 150 < 200 < 250 < 300 mg.

Também no intuito de se determinar os efeitos das diferentes doses de N, ministradas via fertirrigação para a variável “distância entrenós” de *lisianthus*, procedeu-se à regressões de modelo linear, quadrático e cúbico, conforme Tabela 15 e Figura 16. As regressões das doses do N nas diferentes épocas de avaliação, aos 0 DAPi, 21 DAPi, 42 DAPi, 63 DAPi, 84 DAPi, e 105 DAPi, evidenciaram que o melhor ajuste foi o modelo linear. O desdobramento de DOSES X DAPi, apresentou uma correlação não significativa. O efeito das doses de nitrogênio ao longo do desenvolvimento para a variável “distância entrenós” não foi significativo e as diferentes épocas de coleta (DAPi), para as diferentes doses, foi significativo.

Tabela 15. Equações e análise de regressão para a variável “distância entrenós” em plantas de *lisianthus* em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = 0,7951x - 0,008$	0,97*
100 mg	$y = 0,7703x + 0,034$	0,97*
150 mg	$y = 0,7466x + 0,0587$	0,95*
200 mg	$y = 0,7071x + 0,1567$	0,98*
250 mg	$y = 0,7489x + 0,1373$	0,95*
300 mg	$y = 0,7431x + 0,0907$	0,96*

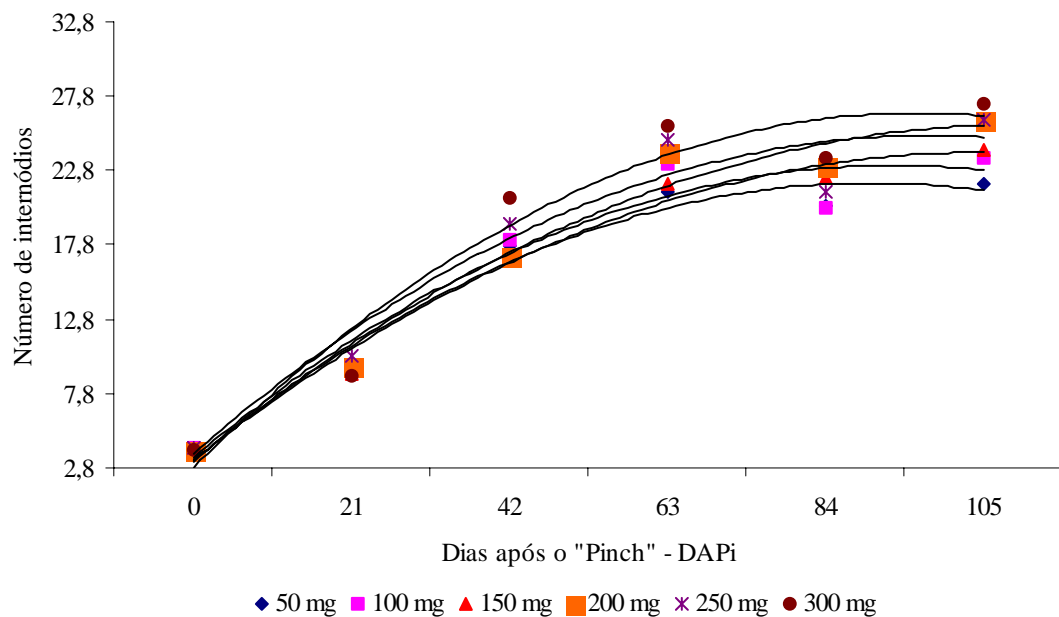


Figura 15. Número de internódios em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003.

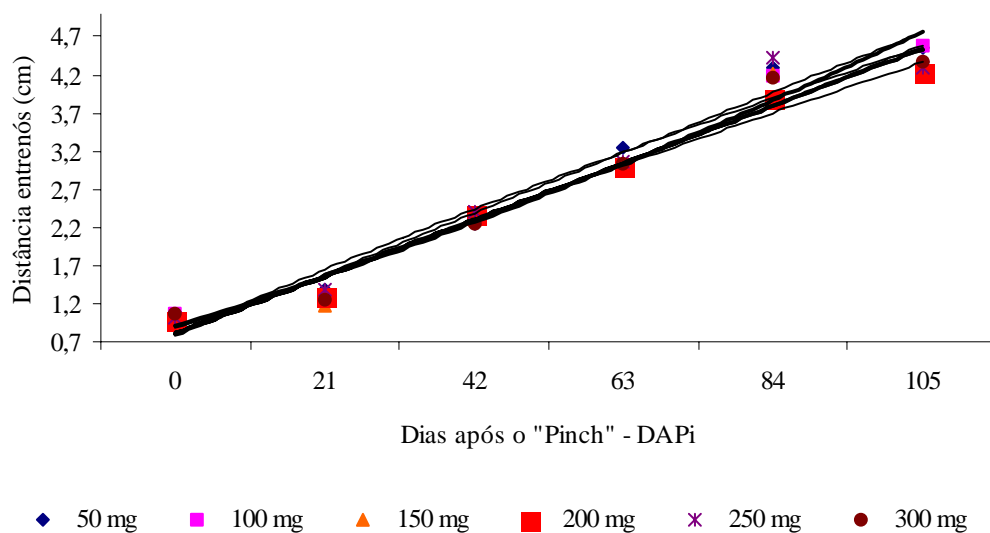


Figura 16. Distância entrenós em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003.

#### 4.4.4 Número de folhas

A fim de se determinar os efeitos das diferentes doses de N, ministradas via fertirrigação no “número de folhas” de lisianthus, procedeu-se a regressões de modelo linear, quadrático e cúbico. As regressões das doses do N nas diferentes épocas de avaliação, aos 0 DAPi, 21 DAPi, 42 DAPi, 63 DAPi, 84 DAPi, e 105 DAPi. O comportamento para as regressões do número de folhas nas diferentes doses de nitrogênio apresentaram um melhor ajuste para as diferentes doses; 50, 100, 150, 200 250 e 300 mg, no modelo quadrático. O desdobramento de DOSES X DAPi apresentou uma correlação não significativa. O efeito das doses de nitrogênio ao longo do desenvolvimento para a variável número de folhas foi significativo. Dias após o “pinch”, (DAPi) para as diferentes doses também foi significativo. Tabela 16.

Tabela 16. Equações e análise de regressão para a variável “número de folhas” em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = -13,943x^2 + 143,06x - 72,32$	0,98*
100 mg	$y = -15,35x^2 + 151,3x - 83,16$	0,99*
150 mg	$y = -11,436x^2 + 129,49x - 50,64$	0,94*
200 mg	$y = -14,393x^2 + 149,99x - 78,44$	0,98*
250 mg	$y = -13,65x^2 + 148,14x - 77,08$	0,99*
300 mg	$y = -13,482x^2 + 151,12x - 82,3$	0,99*

Taiz e Zeiger (2004) se referem ao desenvolvimento das folhas afirmando que a sincronização e o padrão com os quais os primórdios se formam são determinados geneticamente e em geral, é uma característica de cada espécie. Porém outros fatores também estão envolvidos, tais como o meio ambiente, a fisiologia e a nutrição. As observações com as plantas de lisianthus, apresentaram os seguintes números na formação das folhas aos 105 DAPi: 50 mg, 289 folhas; 100 mg, 278 folhas; 150 mg, 333 folhas; 200 mg, 308 folhas; 250 mg, 322 folhas; 300 mg, 343 folhas, com uma diferença entre a maior dose (300 mg) e a menor dose (50 mg) de 18,6%, conforme Figura 17.

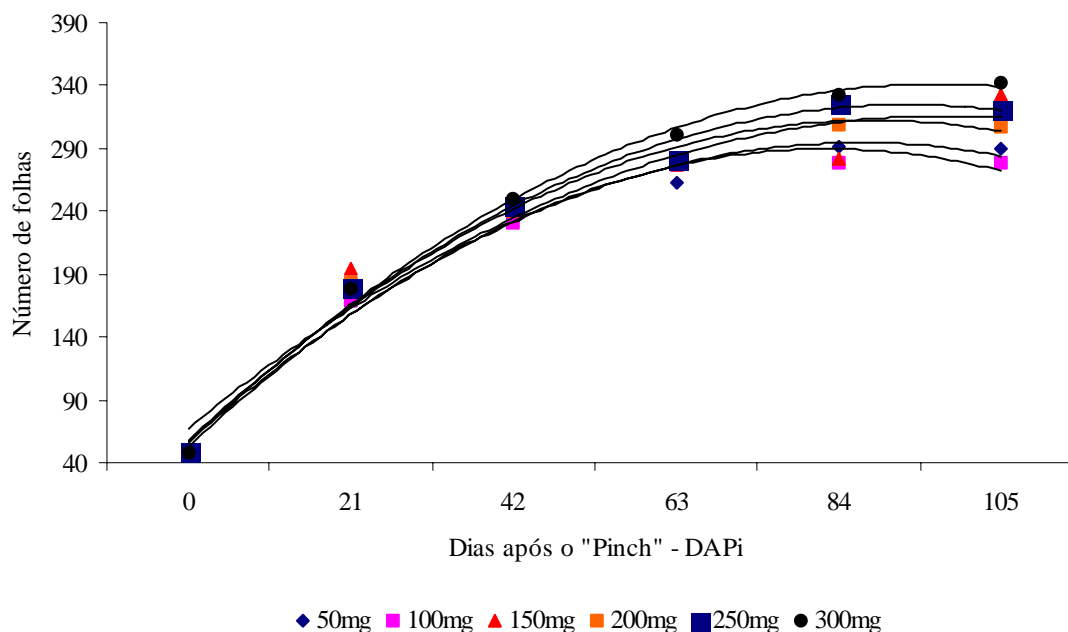


Figura 17. Número de folhas em plantas de lisianthus, submetidas a diferentes doses de nitrogênio (N). São Manuel, SP. 2003.

Camargo et al. (2001) em pesquisas, avaliando o crescimento e absorção de nutrientes pelo lisianthus, cultivado em solo com ambiente protegido, com o cultivar “Echo” (flores dobradas brancas com bordas azuis) e avaliando o número de folhas nas hastes, aos 120 dias após o transplântio, verificaram que havia um número médio de 76 folhas por haste ou 304 folhas por quatro hastes. Estas observações dos referidos autores estão parcialmente em acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, para os valores compreendidos entre as doses de 100 mg de N e 150 mg de N, considerando que o resultado para altura das plantas citadas pelos autores foi de 90,5 cm. As avaliações realizadas permite inferir que um maior número de folhas dos tratamentos nas doses de nitrogênio mais elevadas, significou uma maior produção fotossintética com resultados diretos sobre a massa seca final das folhas que apresentaram os seguintes resultados nas diferentes doses: 50 mg de N, 12,14g; 100 mg de N, 13,18g; 150 mg de N, 14,4 g; 200 mg de N, 15,36g; 200 mg de N, 15,36g; 250 mg de N, 14,95g; e 300 mg de N, 17,12g , com repercussão na produção final de botões florais.

#### 4.5 Índices fisiológicos

As equações utilizadas no presente trabalho, para obtenção dos índices da análise de crescimento, segue o modelo apresentado por Portes e Castro Jr. (1991), utilizando-se o modelo Exponencial Quadrático, de acordo com a Tabela 17.

Tabela 17. Equações para variação da matéria seca total (MST) e matéria seca da folha (MSF) de *Lisianthus* em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos <sup>(1)</sup>	Modelo exponencial quadrático	R <sup>2</sup>
50 (MST)	$Y = (0,2770621) * \text{EXP}((6,746195\text{E-}02) * X + (-3,362479\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
50 (MSF)	$Y = (0,2334336) * \text{EXP}((0,0668953) * X + (-4,090912\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
100 (MST)	$Y = (0,2799609) * \text{EXP}((6,518278\text{E-}02) * X + (-2,990422\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
100 (MSF)	$Y = (0,23442818) * \text{EXP}((6,551447\text{E-}02) * X + (-3,864445\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
150 (MST)	$Y = (0,256591) * \text{EXP}((6,734422\text{E-}02) * X + (-3,064379\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
150 (MSF)	$Y = (0,2220267) * \text{EXP}((6,593406\text{E-}02) * X + (-3,766591\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
200 (MST)	$Y = (0,2675216) * \text{EXP}((6,829626\text{E-}02) * X + (-3,147253\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
200 (MSF)	$Y = (0,2241843) * \text{EXP}((6,840902\text{E-}02) * X + (-3,981044\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
250 (MST)	$Y = (0,3055871) * \text{EXP}((6,656596\text{E-}02) * X + (-3,004438\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
250 (MSF)	$Y = (0,2580821) * \text{EXP}((6,613668\text{E-}02) * X + (-3,872714\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
300 (MST)	$Y = (0,2953507) * \text{EXP}((0,678095) * X + (-2,997714\text{E-}04) * X^2)$	0,99**
300 (MSF)	$Y = (0,2495669) * \text{EXP}((6,792356\text{E-}02) * X + (-3,924419\text{E-}04) * X^2)$	0,99**

(1) Doses (N mg L<sup>-1</sup>) : 50, 100, 150, 200, 250, 300.



O desenvolvimento das plantas foi observado sob diversos aspectos, durante o crescimento de forma geral morfológico, função esta do acúmulo da matéria seca resultante da fotossíntese líquida. Estas observações permitiu-nos avaliar ao longo do ciclo da cultura, (início ao final) a participação do desenvolvimento total dos diferentes órgãos. A Fotossíntese líquida foi o aspecto fisiológico, de maior relevância nas avaliações conduzidas.

Na análise do crescimento do *lisianthus* no presente trabalho, utilizou-se os resultados de: matéria seca da haste (MSH), taxa de assimilação líquida (TAL), matéria seca da folha (MSF), taxa de crescimento relativo (TCR), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e duração da área foliar (DAF).

#### **4.5.1 Matéria seca da haste (MSH) e matéria seca da folha (MSF)**

A análise destas variáveis permitem a compreensão do comportamento vegetal em termos de produtividade fotossintética. Através destes pode-se ainda avaliar um outro processo fisiológico pouco estudado que é a translocação orgânica.

A distribuição de matéria seca nos diferentes órgãos ou regiões de interesse é calculado em porcentagem de matéria seca de cada órgão em relação a matéria seca total, ao longo do ciclo da cultura ou durante as fases de maior interesse (Benincasa, 1988).

As equações para massa seca da haste (MSH) são apresentadas na Tabela 18 . As curvas para os diferentes tratamentos 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, nas diversas épocas de coleta para massa seca da haste (MSH), encontram-se na Figura 18.

O comportamento das curvas para a massa seca da haste (MSH), é crescente, porém não observa-se diferenças representativas no período compreendido entre 0 e 42 DAPi. À partir do período compreendido entre 42 DAPi até 105 DAPi, as diferenças de acúmulo de matéria seca se evidenciam e apresentam diferenças entre os diversos tratamentos. As diferenças entre os diversos tratamentos aos 105 DAPi, ficam evidenciadas na Tabela 19, onde o tratamento com 50 mg apresenta o menor valor de acúmulo, em relação ao tratamento com 100 mg, de N, este com valores semelhantes ao tratamento com 150 mg de N. Os tratamentos com 200 e 250 mg apresentam valores de acúmulo bem próximos porém superiores ao tratamento com 150 mg, Já o tratamento com 300 mg de N apresentou valores de acúmulo superior aos demais tratamentos.

Tabela 18. Equações e análise de regressão para massa seca da haste – MSH (g) em *lisianthus* submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = 0,3926x^2 + 0,5343x - 1,2498$	0,98*
100 mg	$y = 0,5886x^2 - 0,2344x - 0,6684$	0,97*
150 mg	$y = 0,5109x^2 + 0,454x - 1,6198$	0,96*
200 mg	$y = 0,6834x^2 - 0,6384x - 0,236$	0,99*
250 mg	$y = 0,5227x^2 + 0,8931x - 2,1566$	0,96*
300 mg	$y = 0,7965x^2 - 0,4827x - 0,7878$	0,98*

Tabela 19. Massa seca da haste – MSH (g) em *lisianthus* submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o “pinch” (DAPI)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	0,1400	1,0025	3,0740	7,2940	12,6520	15,2820
100 mg	0,1660	0,7360	3,4640	7,2860	14,8400	18,1420
150 mg	0,1460	0,5760	3,1200	8,5560	15,7300	18,1780
200 mg	0,1560	0,7420	3,6960	8,4560	14,1220	20,1920
250 mg	0,1700	0,8920	3,8180	9,8680	18,1840	20,4480
300 mg	0,1700	0,7860	4,0100	10,2380	18,4260	23,9920

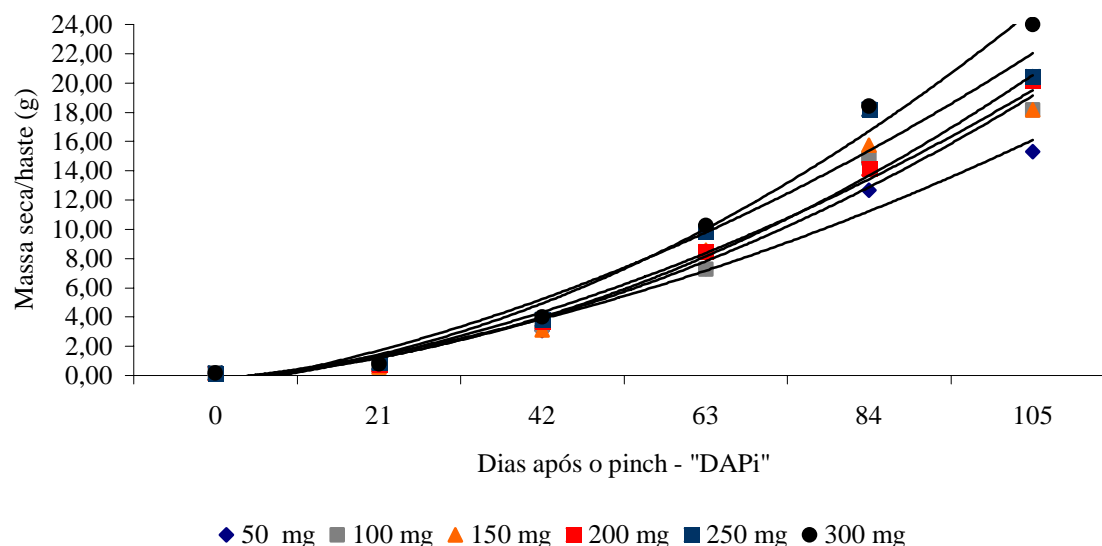


Figura 18. Massa seca da haste, MSH (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

As equações para massa seca da folha (MSF) são apresentadas na Tabela 14. As curvas para os diferentes tratamentos 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, nas diversas épocas de coleta para massa seca da folha (MSF), encontram-se na Figura 19. O comportamento da massa seca da folha é representativo da produção de fotoassimilados produzidos pela planta de lisianthus.

O comportamento das curvas para a massa seca das folhas (MSF), é muito semelhante ao comportamento da massa seca da haste (MSH) é crescente, porém não observa-se diferenças representativas no período compreendido entre 0 e 21 DAPI. À partir do período compreendido entre 21 DAPI até 105 DAPI, as diferenças de acúmulo de matéria seca se evidenciam apresentando as diferenças entre os diversos tratamentos. Essas diferenças aos 105 DAPI, ficam evidenciadas na Tabela 20 e na Figura 19, onde o tratamento com 50 mg apresenta valor inferior de acúmulo, em relação ao tratamento com 100mg, de N, este com valores semelhantes ao tratamento com 250 mg de N. O tratamentos que recebeu 200 mg de N e foi utilizado com padrão (testemunha), na última coleta aos 105 DAPI apresentou valores

superiores aos tratamentos com 150 e 250 mg respectivamente e que apresentam valores de acúmulo bem próximos. Já o tratamento com 300 mg de N apresentou valores de acúmulo superior aos demais tratamentos.

Estas observações para massa seca da haste (MSH) e massa seca da folha (MSF) estão de acordo com Arnon (1975), que observou em estudos realizados na cultura do milho que a taxa de absorção de N é pequena nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta e eleva-se com o aumento da taxa de crescimento até atingir o pico máximo entre o início do florescimento e início do enchimento dos grãos nesta cultura.

A produção de massa seca (MS) da parte aérea de uma planta pode ser utilizada para indicar a intensidade de crescimento da planta. O conhecimento dos padrões normais de acúmulo de massa seca (MS) de uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral e, conseqüentemente, com a adubação Büll (1993).

Entre as variáveis das planta, as medidas relacionadas à folha (massa seca, área foliar) e a intensidade de cor verde do dossel parecem ser mais adequadas para a decisão sobre a quantidade de N, a ser repostada, devido à menor variação entre os valores obtidos Schröder et al. (2000).

Para Magalhães e Wilcox (1983), o peso do material seco total aumentou exponencialmente com a nutrição nítrica e diminuiu com a amoniacal, estas observações estão em acordo com os resultados obtidos de produção e com as observações realizadas ao longo da condução da pesquisa onde a fonte de nitrogênio utilizada foi o nitrato de amônio

Outro autor, Ward (1967) afirma existir relação entre o acúmulo de material seco e a quantidade de nutrientes absorvidos pelo tomateiro, portanto a absorção de nutrientes tem interferência direta nos componentes de produção e no rendimento da cultura. Em acordo com a observação deste autor, e cuja resposta do *lisianthus* esta evidenciada nas diferentes doses aplicadas, conforme observa-se na Tabela 20 e na Figura 19.

Tabela 20. Massa seca da folha - MSF (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o "pinch" (DAPI)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	0,8655	3,6733	7,3166	12,1936	13,3922	12,1361
100 mg	0,9112	3,2879	7,384	12,5283	14,4601	13,176
150 mg	0,8614	3,2164	7,0315	12,7398	15,4964	14,395
200 mg	0,8456	3,5124	7,8037	13,5218	15,7954	15,3591
250 mg	1,0042	3,7487	8,0152	14,1009	17,7003	14,9428
300 mg	0,9755	3,6151	8,6915	15,5247	17,5	17,1159

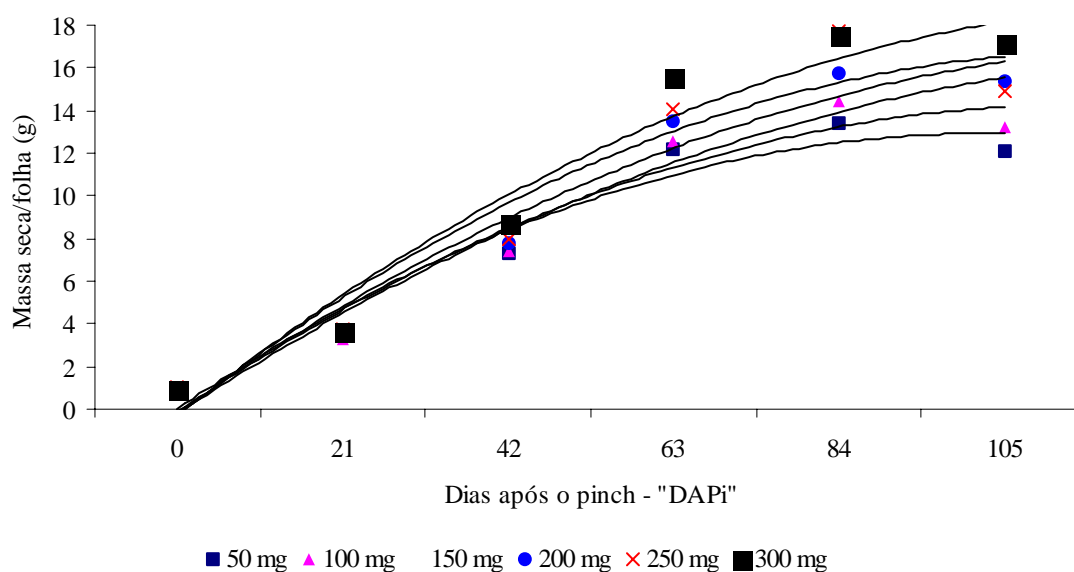


Figura 19. Massa seca da folha - MSF (g) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

#### 4.5.2 Taxa de assimilação líquida (TAL)

A taxa de assimilação líquida (TAL), expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida (em gramas), por decímetro quadrado de área

foliar, por unidade de tempo (BENINCASA, 1988). Na Tabela 21 e na Figura 20 encontram-se os resultados obtidos para taxa assimilatória líquida nas seis doses de nitrogênio (tratamentos) testadas. Com esses resultados, observou-se que houve um aumento progressivo da TAL no período compreendido entre as observações de 0 DAPI a 21 DAPI, e no período de 21 DAPI a 42 DAPI; com exceção da menor dose de N (50 mg), que manteve na terceira avaliação o mesmo valor que observado na taxa anterior e em seguida, com a idade das plantas de *lisianthus*, uma redução da TAL. A maior queda verificou-se no tratamento com a menor dose de nitrogênio (50 mg) em decorrência, provavelmente de uma senescência precoce das folhas mais velhas, com uma antecipação da formação e abertura dos botões florais em relação aos demais tratamentos e também com a aceleração do processo degenerativo das plantas, iniciando-se o processo com apodrecimento dos botões florais abertos.

Comparando esses resultados com os obtidos em outras culturas, é possível observar algumas semelhanças no comportamento da taxa assimilatória líquida. Na cultura da cevada, Urchei (1992) constatou uma redução na TAL, a partir do terceiro intervalo. Lopes et al. (1982) desenvolvendo pesquisas em casa de vegetação, sob níveis diferentes de sombreamento, com a cultura do feijão, constataram que a TAL evoluiu do estágio inicial do ciclo até os 40 a 50 dias, decrescendo a partir daí, também semelhantes aos resultados obtidos por Boaro (1986).

Analisando-se a Tabela 18, nota-se que os tratamentos com 50, 100 e 300 mg de N, revelaram um maior valor para taxa assimilatória líquida seguido dos tratamentos de 150, 200 e 250 mg de N, entre a segunda e a terceira avaliação. Tais resultados expressam a maior eficiência do sistema assimilador da cultura do *lisianthus*, nesse período de crescimento, compreendido entre 21 DAPI e 42 DAPI. A partir dos 63 DAPI, iniciou-se uma queda no valores da TAL, sendo que os tratamentos de 50 e 100 mg de N, apresentaram decréscimo mais acentuado. Pelos resultados pode-se inferir que o tratamento com 300 mg de N, foi o mais eficiente no sentido de produzir matéria seca e o menos eficiente foi o tratamento com 50 mg de N. É possível que nesse caso a taxa assimilatória líquida não tenha sido influenciada pelas aplicações mais frequentes do N, uma vez que o tratamento com 150 mg de N revelou valores para a TAL maiores que o tratamento com 100 mg de N e 200 mg de N, na última avaliação aos 105 DAPI.

A explicação do tratamento com 300 mg de N ter se revelado mais eficiente, pode ser justificado pela relação entre a matéria seca acumulada e a variação da área foliar no período. Os valores para acúmulo de matéria seca foram maiores para esse tratamento, permanecendo evidente que a taxa assimilatória líquida foi influenciada por valores maiores de área foliar a partir dos 42 DAPI, em relação àqueles tratamentos que tiveram valores menores para matéria seca. Essa relação entre a taxa assimilatória líquida e a área foliar foram discutidas por autores como Wallace e Mungu, citados por autores como Brandes et al. (1973) e Lopes et al. (1982) com a cultura do feijão.

Tabela 21 Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) em *lisianthus* submetidos a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o "pinch" (DAPI)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	0,00033	0,00038	0,00038	0,00032	0,00018	-0,000063
100 mg	0,00029	0,00035	0,00038	0,00035	0,00025	0,00004889
150 mg	0,00031	0,00035	0,00037	0,00035	0,00026	0,00006339
200 mg	0,00033	0,00036	0,00037	0,00035	0,00027	0,00005678
250 mg	0,00034	0,00036	0,00037	0,00035	0,00026	0,00007753
300 mg	0,00034	0,00037	0,00038	0,00036	0,00028	0,0001039

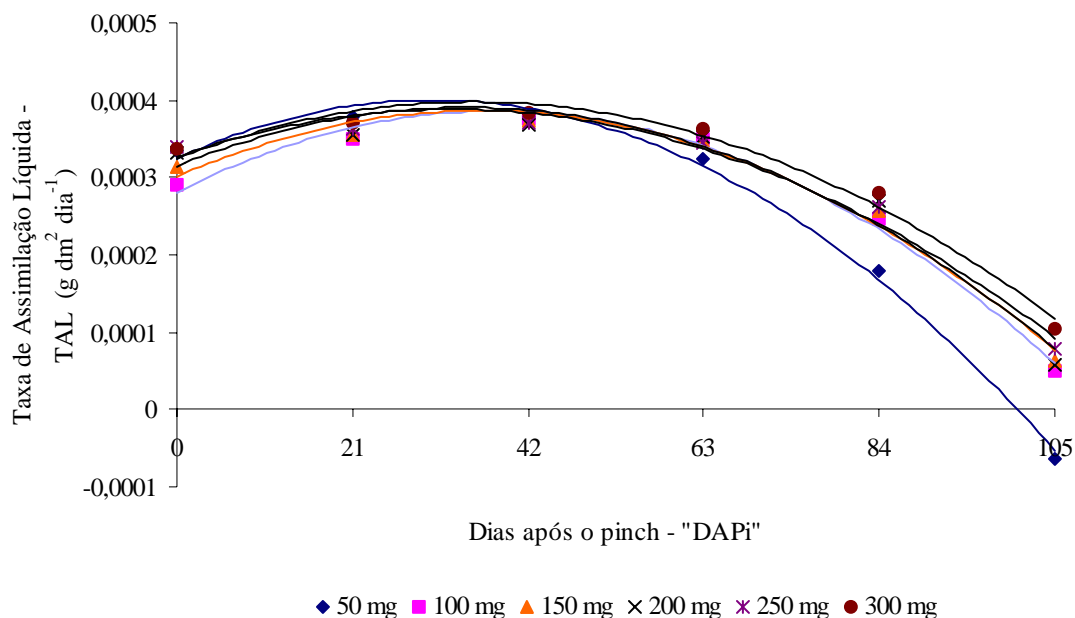


Figura 20. Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

#### 4.5.3 Taxa de crescimento relativo (TCR)

O conceito da taxa de crescimento relativo (TCR) de qualquer órgão de uma planta é uma função do tamanho inicial, expresso com o aumento em gramas, no caso de matéria seca, e está relacionado ao peso desta matéria no momento em que são iniciadas as observações (BENINCASA, 1988).

Os resultados obtidos para a taxa de crescimento relativo (TCR) para as diversas doses de N (50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg) nos diversos intervalos de tempo avaliados, encontram-se na Tabela 22 e Figura 21.

Interpretando esses resultados, observa-se que os valores encontrados no primeiro intervalo (0 a 21 DAPI) para TCR são um pouco maiores dos que os obtidos no intervalo seguinte (21 a 42 DAPI). Isto mostra que, provavelmente as plantas obtiveram um maior acúmulo de matéria seca no período inicial, decrescendo esse acúmulo com o avanço do ciclo, declínio este praticamente linear até o período final do ciclo da cultura. Observando-se o



comportamento das diferentes doses 100, 150, 200, 250 e 300 mg, verifica-se que estes apresentam um comportamento de decréscimo semelhantes e a dose de 50 mg com um declínio um pouco maior, evidenciando desta forma que provavelmente ocorreu uma antecipação do ciclo da cultura e portanto influenciando a formação dos botões florais ocorridos aos 63 DAPi e conseqüentemente senescência prematura a partir de 83 DAPi. Esse declínio é função do final do ciclo da cultura com degenerescência das folhas e apodrecimento dos botões florais, e esta parcialmente em acordo com Rodrigues (1990), em sua pesquisa desenvolvida com plantas de estilosantes,, sendo que as avaliações no presente estudo foram realizadas do início até o final do ciclo vegetativo.

Como pode ser observado pela Tabela 19 e na Figura 20, a dose de 50mg foi a que apresentou os menores valores de TCR nos períodos avaliados e compreendidos entre 0, 21, 42, 63, 84, e 105 DAPi , seguidos de 100 e 150 mg com valores um pouco acima de 50 mg. O tratamento de 200 mg utilizado como referência (testemunha) apresentou valores próximos da dosagem de 150 mg, chegando ao final do ciclo com um valor da taxa de crescimento relativo inferior ao tratamento com 150 mg de N. Os tratamentos com as doses de 250 e 300 mg respectivamente, apresentaram os maiores valores, sendo que o maior valor foi verificado no tratamento de 300 mg de N.

Tabela 22. Taxa de crescimento relativo - TCR ( $\text{g g}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o “pinch” (DAPi)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	0,06746	0,05333	0,03921	0,02509	0,01097	-0,0032
100 mg	0,06518	0,05262	0,04006	0,0275	0,01494	0,00238
150 mg	0,06734	0,05447	0,0416	0,02873	0,01586	0,00299
200 mg	0,06829	0,05507	0,04185	0,02864	0,01542	0,0022
250 mg	0,06656	0,05394	0,04132	0,02871	0,01609	0,00347
300 mg	0,0678	0,05521	0,04262	0,03003	0,01744	0,00486

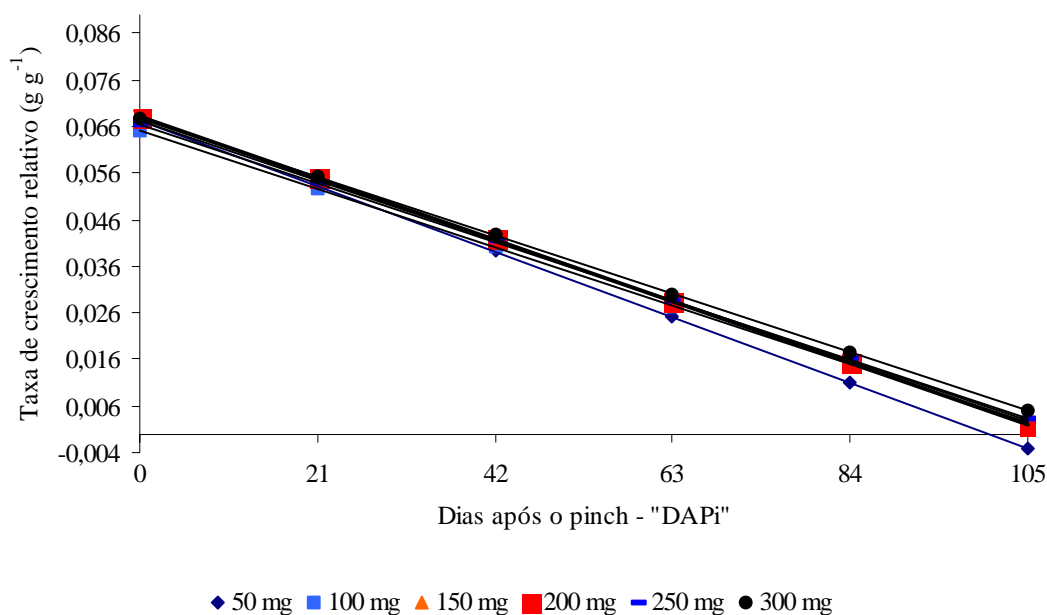


Figura 21. Taxa de crescimento relativo - TCR ( $\text{g g}^{-1}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Considerando que a taxa de crescimento relativo é um parâmetro fisiológico que demonstra o aumento da matéria seca de uma planta, ou de qualquer órgão dessa, no intervalo de tempo, em função do material pré-existente (BENINCASA, 1988), essa diferença encontrada para a taxa de crescimento relativo (TCR), no tratamento com 300mg de N, em relação aos demais, possibilita inferir que esse tratamento (300mg de N) obteve o maior acúmulo de matéria seca durante o ciclo da cultura. Nesse sentido, as aplicações frequentes de N via fertirrigação não tiveram influência para o aumento da taxa de crescimento relativo, enquanto que as diferentes doses de nitrogênio ministradas influenciaram o acúmulo da matéria seca do lisianthus.

O comportamento observado para o tratamento com 300mg de N, com relação a um maior valor da TCR, pode ser creditado a um fluxo de fotoassimilados para as partes vegetativas e também para a formação dos botões florais, conforme os resultados obtidos para as variáveis de produção. Aplicação parcelada do nitrogênio procurando-se distribuir o nutriente via fertirrigação de maneira mais uniforme, permitiu que o crescimento vegetativo não fosse exagerado, e a produção de flores beneficiada. Nos tratamentos com 250 e 300mg de N a parte vegetativa (hastes e folhas), tiveram uma importante participação na

taxa de crescimento relativo, o que não deixa de ser vantajoso no caso de *lisianthus*, onde hastes bem formadas, folhas saudias e de boa conformação com flores exuberantes, de bom tamanho, bem formadas, uniformes e de cores vivas representam a parte mais importante do ponto de vista econômico.

A tendência apresentada para taxa de crescimento relativo em *lisianthus*, é observada de maneira geral para a maioria das culturas, cujos ciclos são semelhantes. Na cultura do feijão Brandes et al. (1973) e Lopes et al. (1982) constataram diminuição da TCR, aos 40 a 50 dias do ciclo. A redução apresentada por Lopes et al. (1982) teve tendência de estabilização em torno de 60 dias. No caso do *lisianthus*, no presente trabalho, devido aos motivos já expostos, não foi possível verificar a tendência de estabilização da TCR, entretanto, é bem nítido seu decréscimo entre os intervalos avaliados para todos os tratamentos. A redução na TCR em função da idade da planta foi também observada por Rodrigues (1990), em plantas de estilosantes, e por Urchei (1992) na cultura da cevada, portanto, não apresentando tendência de estabilização desse parâmetro, talvez pelas mesmas razões já mencionadas.

A razão da maior concentração da matéria seca para o tratamento com 300mg na parte vegetativa do *lisianthus*, pode ser atribuída ao grande desenvolvimento da parte aérea das plantas, decorrente da grande quantidade de N aplicado por vez, via água de irrigação, associada ao alto teor de umidade exclusivamente na zona radicular das plantas, proporcionada pela irrigação contínua por gotejamento, na reposição da evapotranspiração.

#### **4.5.4 Área foliar (AF)**

Os resultados obtidos para área foliar (AF), encontram-se na Tabela 23 e na Figura 22.

Tabela 23. Área foliar - AF ( $\text{dm}^2\text{g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o "pinch" (DAPI)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	55,82	139,0	267,3	397,3	456,4	405,1
100 mg	62,56	145,5	271,6	407,2	490,2	473,8
150 mg	55,09	141,5	282,1	436,1	522,9	486,3
200 mg	54,86	151,1	307,3	461,8	512,7	420,5
250 mg	59,82	160,8	328,6	510,4	602,7	541
300 mg	59,46	160,4	333,3	533,7	658,6	626,2

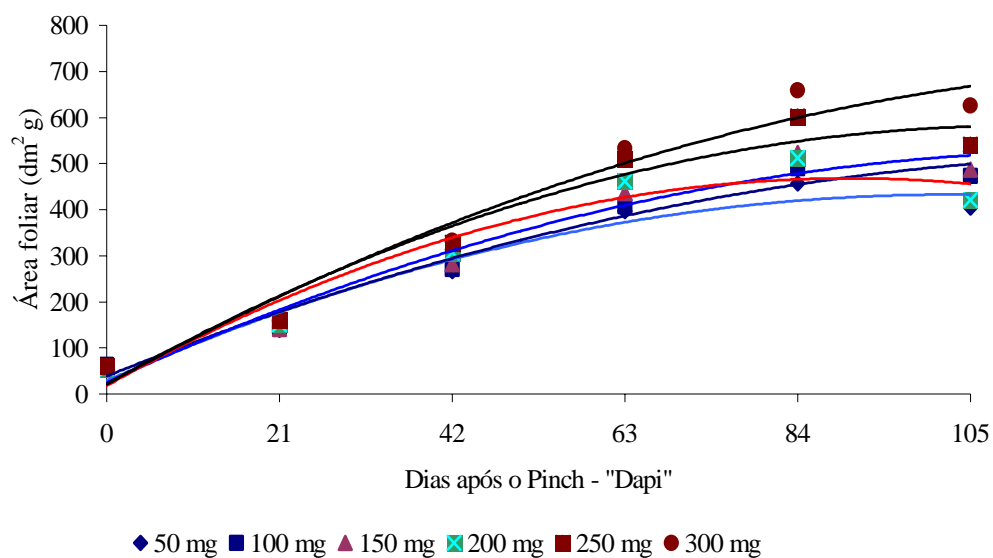


Figura 22. Área foliar -AF ( $\text{dm}^2\text{g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Uma análise do comportamento para o tratamento com 300 mg de N, no desenvolvimento da área foliar, indica que parte da produção de fotoassimilados estava sendo utilizada por outras partes da planta principalmente no período compreendido entre os 42 DAPI e 63 DAPI. Provavelmente, nesse período os fotoassimilados, estavam sendo utilizados para a formação dos botões florais, já que nessa fase do desenvolvimento ocorreu maior formação e crescimento destes. Isto evidencia a eficiência da aplicação de N com aplicações mais frequentes e parceladas na cultura do lisianthus. No período compreendido

dos 63 DAPi até 84 DAPi, observou-se um desenvolvimento da área foliar em todos os tratamentos, porém ocorreram neste período algumas diferenças entre os tratamentos principalmente na dose com 200 mg de N, onde valores de área foliar foram inferiores ao tratamento com 150 mg N, embora fossem constatados valores maiores do que os tratamentos com 50 e 100 mg de N. Esta observação permite inferir que o período de maior aumento da área foliar nesse tratamento foi aos 63 DAPi, à partir desse período até os 105 DAPi, as respostas ao desenvolvimento foram declinando. Foi possível observar que o tratamento com 200mg, (dose de controle) nesse período apresentou iniciou um declínio mais acentuado.

O incremento da área foliar para os tratamentos com 200, 250 e 300 mg de N pode ser atribuído a frequência de aplicação de nutrientes, especialmente o nitrogênio, uma vez que as aplicações parceladas nas dosagens mais elevadas evidenciaram essa resposta.

Numa análise conjunta verifica-se um aumento da área foliar para todas as doses de N (50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg) nas diferentes coletas.

O aumento mais acentuado foi registrado nos tratamentos de 250 e 300 mg de N, respectivamente no período compreendido entre os 42 DAPi (terceira coleta) e 105 DAPi (sexta coleta), enquanto que os tratamento de 50 mg e 100 mg tiveram um crescimento até os 42 DAPi de forma quase linear e semelhantes. A partir dos 42 DAPi até 105 DAPi, o tratamento com 100 mg apresentou valores superiores ao tratamento com 50 mg.

Com relação ao efeito de épocas de aplicação (frequência de aplicação) de N na área foliar do lisianthus, a literatura não traz nenhuma referência. Entretanto, CAMARGO et al. (2004), verificaram que no caso da cultura do lisianthus, cultivados diretamente no solo, as plantas apresentaram um crescimento contínuo e lento nas primeiras semanas, intensificando esse desenvolvimento posteriormente.

#### **4.5.5 Razão de área foliar (RAF)**

Os resultados obtidos para a razão de área foliar encontram-se na Figura 23 e na Tabela 24. Essa variável expressa a razão entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa, o CO<sub>2</sub>, e a matéria seca total. Representa a dimensão relativa do aparelho fotossintético, sendo apropriado para avaliação dos efeitos genotípicos,

climáticos e de manejo de comunidades vegetais (RODRIGUES 1982). Portanto normalmente os valores de RAF devem decrescer com a idade da planta, pois há uma tendência de aumentar a matéria seca, em detrimento de uma estabilização a uma redução da área foliar útil a fotossíntese.

Analisando-se a Tabela 24 e a Figura 23 observa-se uma mesma tendência de declínio típico para todos os tratamentos entre as diversas épocas de coletas. Os tratamentos (50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg ) de nitrogênio, apresentaram uma RAF com decréscimo, revelando um comportamento considerado normal.

Tabela 24. Razão de área foliar - RAF ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel,SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o "pinch" (DAPI)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	201,48	141,07	102,68	77,69	61,1	49,96
100 mg	223,47	150,83	106,41	78,47	60,49	48,75
150 mg	214,68	153,51	111,56	82,4	61,86	47,19
200 mg	205,05	154,59	113,65	81,46	56,94	38,81
250 mg	195,75	148,45	111,54	83,05	61,27	44,78
300 mg	201,3	149,18	110,97	82,86	62,1	46,72

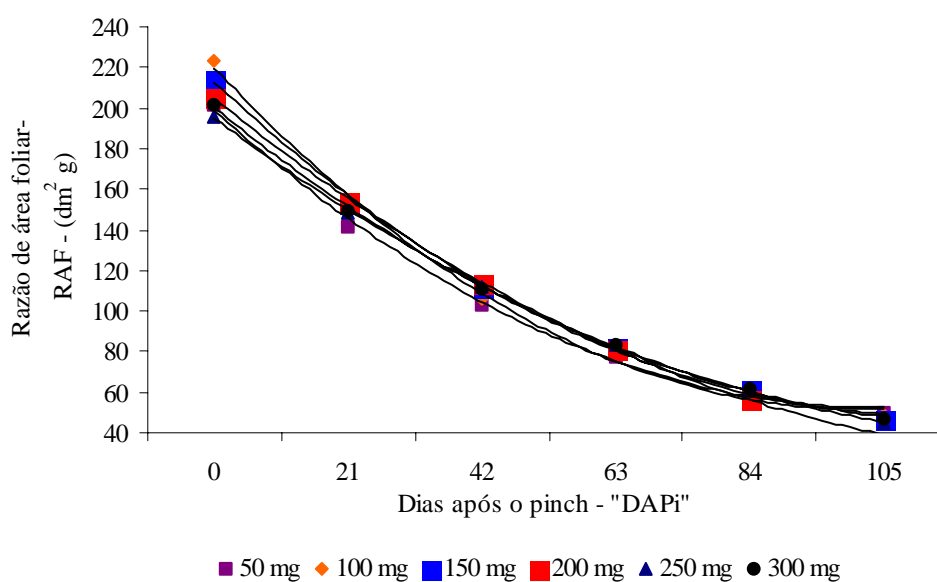


Figura 23. Razão de área foliar - RAF ( $\text{dm}^2 \text{ g}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel,SP. 2003.

Comparado com outras diferentes espécies vegetais, esses resultados não diferem da maioria daqueles encontrados na literatura. Porém, Rodrigues (1990), observou algumas diferenças no comportamento da RAF para plantas de estilosantes.

Esse padrão aparentemente normal constatado para razão de área foliar no lisianthus, evidencia um comportamento fisiológico das plantas, mostrando teoricamente que as folhas realizaram mais fotossíntese, que pode ser explicado pelo crescimento da área foliar nas diferentes coletas e avaliações. Há que se destacar uma diferença do tratamento 200mg de N, utilizado como padrão (testemunha), em relação aos demais tratamentos, onde no período compreendido entre 42 DAPi e a última coleta aos 105 DAPi, foi o tratamento que apresentou o maior índice de declínio.

#### **4.5.6 Área foliar específica (AFE)**

Os resultados para área foliar específica (AFE), ao longo do ciclo da cultura do lisianthus são apresentados na Tabela 25 e na Figura 24, para os diferentes tratamentos (50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg de N) e nas diferentes épocas de coleta (0, 21, 42, 63, 84 e 105 DAPi).

Observando-se o comportamento da área foliar específica ao longo do ciclo da cultura, verifica-se que os valores decrescem à partir da primeira avaliação aos 0 DAPi, em todos os tratamentos com as diferentes doses de N. Avaliando-se o comportamento deste declínio dos valores, compreendidos no período entre 0 DAPi e 21 DAPi, ou seja da primeira coleta para a segunda coleta, observa-se que o maior decréscimo nos valores ocorreu no tratamento com 100 mg de N e o tratamento que apresentou menor decréscimo foi 250mg de N. Esse comportamento permaneceu até as avaliações aos 84 DAPi, em todos os tratamentos. No período compreendido entre os 84 DAPi e a última avaliação aos 105 DAPi, houve um aumento nos valores dos tratamentos com 50 mg, 100 mg, 150 mg 250 mg e 300 mg de N, com ligeira tendência de inversão da curva conforme Figura 23, sendo que o tratamento com 200 mg, utilizado como padrão de referência (testemunha), manteve a tendência de decréscimo.

Segundo Radford (1967) a área foliar específica (AFE), representa as diferenças no espessamento foliar, pois permite verificar se de fato as plantas estão

acumulando fotoassimilados em suas folhas ou se esta havendo translocação para outros órgãos. Já Benincasa, (1988) descreve a AFE como sendo o componente morfológico e anatômico da razão de área foliar (RAF), porque relaciona a superfície da folha com o peso da matéria seca desta. Portanto a superfície é o componente morfológico e o peso um componente anatômico.

Considerando-se que a AFE relaciona superfície com o peso da massa seca das folhas, haverá uma queda dos valores desta variável fisiológica e cujos resultados estarão diretamente correlacionados com a redistribuição de nitrogênio das folhas para outros órgãos da planta, e neste caso para a formação e desenvolvimento dos botões florais. Evidencia desta forma que provavelmente as folhas com menor espessura translocaram mais nutrientes para outros órgãos do que as folhas mais espessas, e nesse sentido pode-se deduzir que no início as folhas desta planta acumularam reservas para em seguida iniciarem o processo de distribuição.

O pequeno incremento nos valores da AFE na observação da última coleta aos 105 DAPI, pode ter ocorrido por efeito de brotações ou mesmo pelo processo de florescimento.

Tabela 25. Área foliar específica –AFE ( $\text{dm}^2 \text{g}$ ) do lisianthus em relação aos dias após o pinch, em função da aplicação das diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o “pinch” (DAPI)					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	239,14	174,98	141,92	127,6	127,17	140,5
100 mg	267,04	186,02	146,3	129,92	130,26	147,47
150 mg	248,1	188,48	154,83	137,53	132,09	137,18
200 mg	244,69	190,93	156,36	134,39	121,23	114,76
250 mg	231,78	184,29	156,74	142,6	138,79	144,49
300 mg	238,23	183,47	153,91	140,64	139,99	151,77



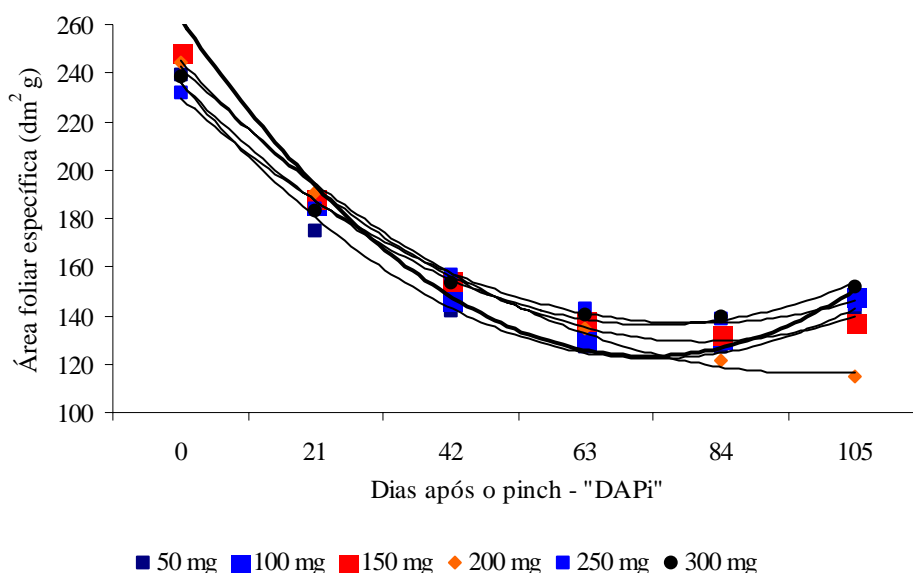


Figura 24. Área foliar específica – AFE ( $\text{dm}^2 \text{g}$ ) do lisianthus em relação aos dias após o pinch, em função da aplicação das diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

#### 4.5.7 Duração da área foliar (DAF)

A DAF (duração de área foliar) expressa, em termos quantitativos, quanto tempo a planta mantém sua superfície assimilatória ativa.

A literatura descreve a DAF como sendo a integral da área foliar no tempo (DAPI), portanto analogamente é coerente que o comportamento da curva da AF e DAF ao longo do tempo (DAPI), ocorram de forma semelhantes, porém alterando-se durante o desenvolvimento da planta. Já Séstak et al.(1971) relata que o termo duração tem ocasionado seguidas confusões de interpretação porque inicialmente da a idéia de uma relação com o tempo, conflitando na prática quase sempre com o ciclo das espécies vegetais. Na Tabela 26 e Figura 25 são apresentadas as variações da DAF nas diferentes épocas de coleta (avaliações), 0, 21, 42, 63, 84 e 105 DAPI.

Tabela 26. Duração de área foliar - DAF ( $\text{dm}^2 \text{ dm}^2 \text{ dia}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Tratamentos	Dias após o “pinch” (DA <sub>Pi</sub> )					
	0	21	42	63	84	105
50 mg	0	1955,67	6164,78	13203,0	22347,3	31578,4
100 mg	0	2101,31	6421,86	13583,2	23152,3	33460,4
150 mg	0	1964,75	6335,80	13918,1	24174,1	34992,0
200 mg	0	2044,96	6782,79	14952,1	25436,8	35453,4
250 mg	0	2193,66	7237,34	16106,6	28036,5	40311,2
300 mg	0	2182,15	7254,16	16388,3	29134,6	42917,8

As diferenças sobre a duração da área foliar começam a se destacar notadamente à partir do período compreendido entre 42 e 63 DA<sub>Pi</sub>, e observa-se aos 63 DA<sub>Pi</sub>, os efeitos das diferentes doses de nitrogênio onde os tratamentos com 250 e 300mg de N apresentam valores superiores quando comparados aos demais, sendo que o tratamento de 50mg de N apresentou o menor valor para a DAF, indicando que as plantas que receberam esse tratamento, tiveram senescência abreviada em relação aos demais tratamentos e conseqüentemente aceleraram o final do ciclo das plantas.

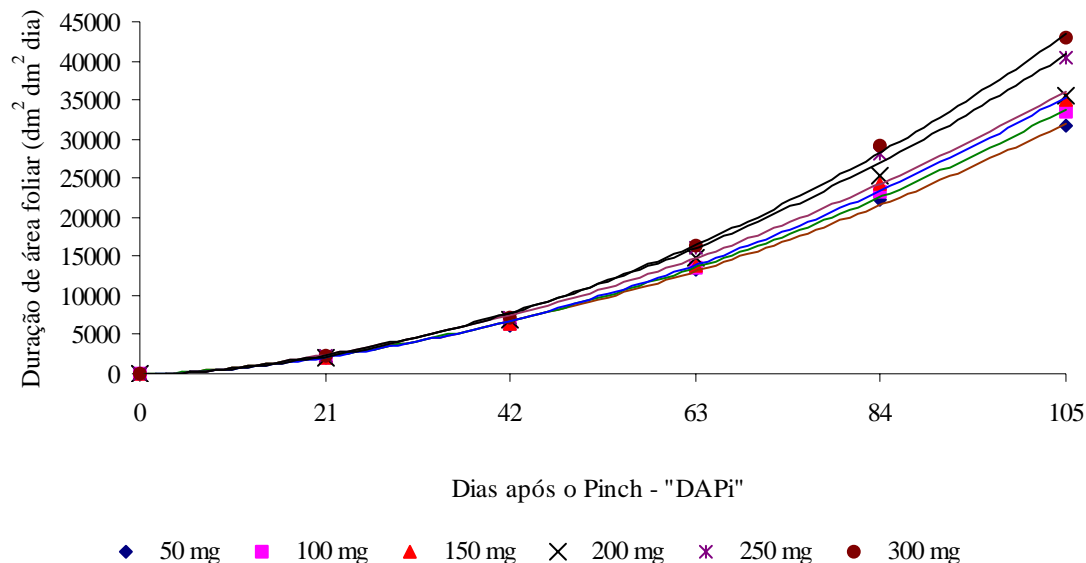


Figura 25. Duração de área foliar - DAF ( $\text{dm}^2 \text{dm}^2 \text{dia}$ ) em lisianthus submetidos a diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. São Manuel, SP. 2003.

Os tratamentos com 250 e 300 mg de N, apresentaram os maiores valores para DAF, quando comparados a dosagem padrão (testemunha) de 200 mg de N, o que significa um processo de senescência mais demorado ou seja com uma longevidade de ciclo aumentada, em relação aos demais tratamentos, bem como apresentando uma superfície foliar mais exposta ao aparato fotossintético. Considerando que a DAF é a integral das curvas do IAF em função dos DAPI, é correto que os resultados e os comportamentos destes sejam coerentes em relação as respostas dos diferentes tratamentos.

#### 4.6 Trocas gasosas

As doses crescentes de N elevaram a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) em lisianthus, com valores de 4,54 e 4,56  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  para as maiores doses, de 250 e 300 mg  $\text{L}^{-1}$  de N, respectivamente (Figura 26-A). O acréscimo da  $A$  esteve associado ao maior consumo de  $\text{CO}_2$  interno ( $C_i$ ) e ao aumento da transpiração ( $E$ ) e da condutância estomática ( $g$ ), provocados pelas maiores doses de N (Figura 26-B, C, D). Os valores de  $A$  encontrados para lisianthus são típicos de plantas com metabolismo  $\text{C}_3$ . Se comparados com outras

espécies  $C_3$ , mesmo nas doses maiores de N, a *A* foi baixa, próxima aos valores encontrados para *plantas de sombra* ou *de sol facultativas*. Todavia, como são escassas as informações sobre a fisiologia desta espécie, seria precipitado afirmar que *lisianthus* é uma espécie de sombra ou de sol facultativa, sugerindo-se uma investigação futura mais detalhada.

Com relação ao teor de clorofila, o aumento das doses de N provocou elevação nos teores relativos do pigmento nas folhas de *lisianthus* (Fig. 27-A). Segundo Dietz e Harris (1997) a deficiência de N causa redução nos teores de clorofila em vegetais. A elevação dos teores de clorofila esteve associada ao aumento da *A*, apresentando um  $R^2$  de 0,91 (Figura 27-B).

O conteúdo de N na biomassa aérea também foi afetado positivamente pelo aumento das doses de N fornecidas às plantas (Figura 27-C). A elevação do conteúdo de N na biomassa aérea também esteve associada ao aumento da *A* observada, apresentando um  $R^2$  de 0,83 (Fig. 27-D). Segundo Larcher (1995), Dietz e Harris (1997) e Lambers et al. (1998) aumentos na concentração do N foliar aumentam linearmente a *A*. Esta relação é atribuída, principalmente, ao fato da maior parte do N das folhas ser integrante de enzimas, como a RUBISCO, associada aos cloroplastos e, conseqüentemente, à fotossíntese (STOCKING e ONGUN, 1962; CHAPMAN e BARRETO, 1997; DIETZ e HARRIS, 1997).

Para as condições deste experimento, as maiores doses de N, 250 e 300 mg L<sup>-1</sup>, provocaram um aumento no conteúdo de N da biomassa aérea e da clorofila foliar, que por sua vez contribuíram para um aumento da fotossíntese em *lisianthus*. Esses resultados confirmam a grande exigência de N pela espécie.

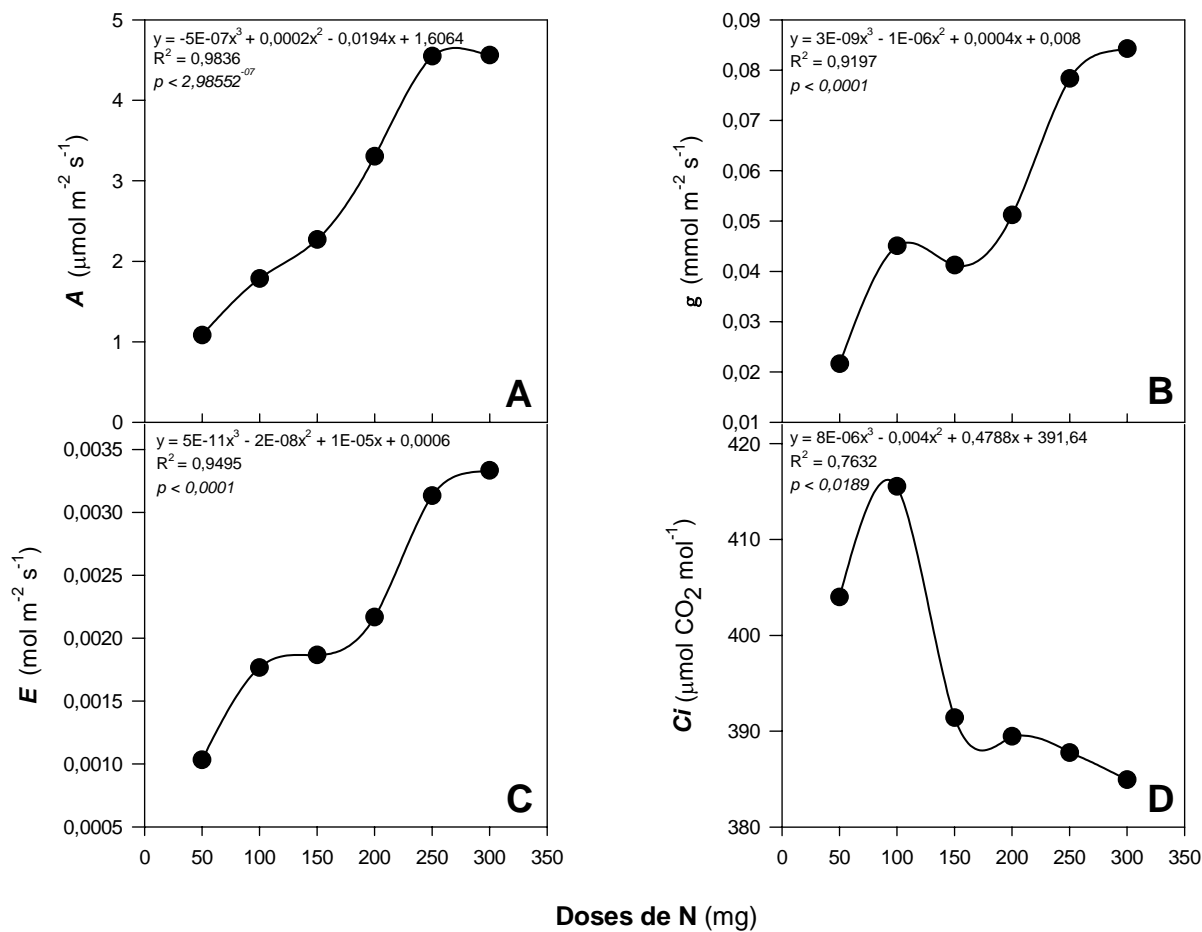


Figura 26. Valores médios para a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (B), transpiração (C) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (D) em resposta a diferentes doses de nitrogênio em lisianthus, *Eustoma grandiflorum*. São Manuel, SP. 2003.

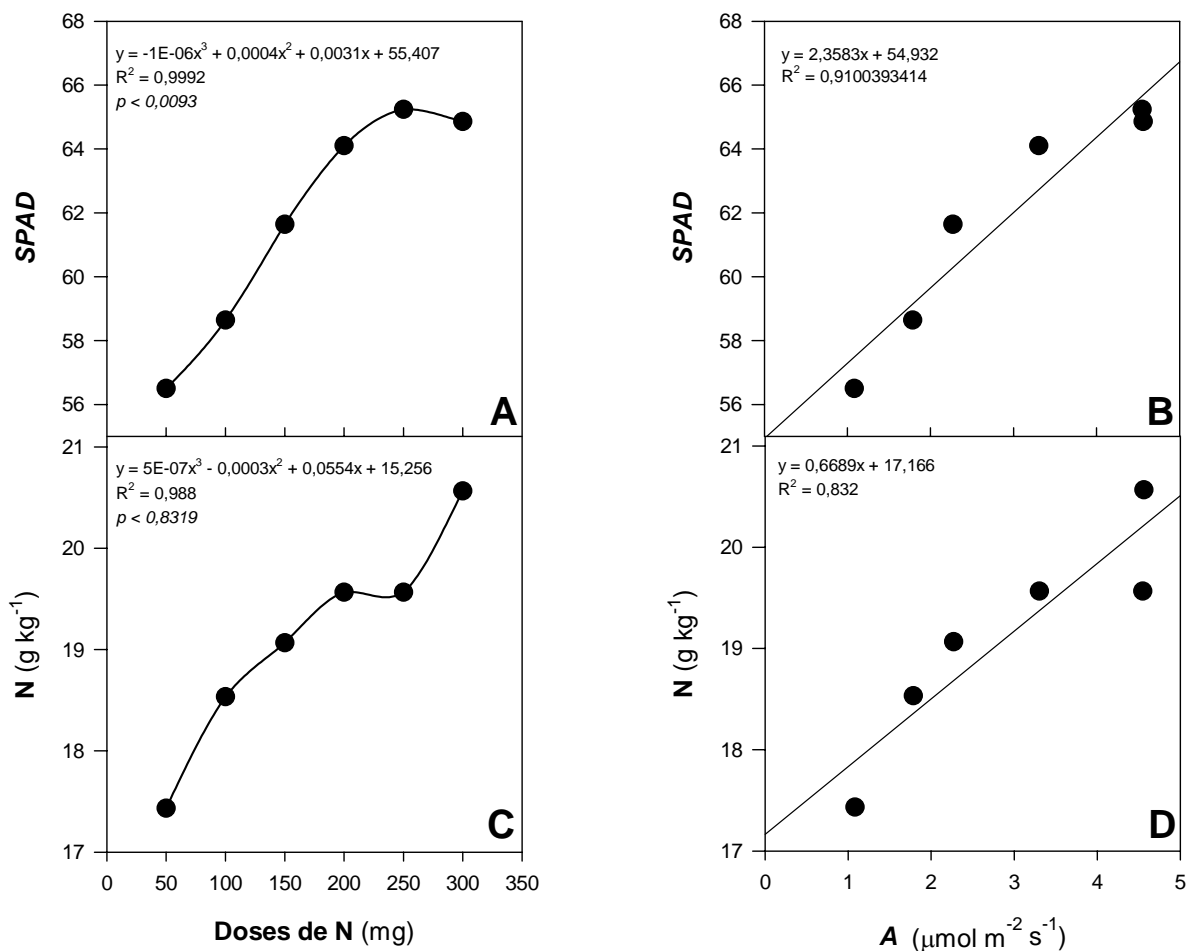


Figura 27. Valores médios de SPAD (A) e nitrogênio na biomassa aérea (C) de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) suas correlações com a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (B e D) resposta a diferentes doses de nitrogênio em lisianthus, *Eustoma grandiflorum*. São Manuel, SP. 2003.

#### 4.7 Índice de Clorofila (SPAD)

A análise de regressão realizada para a variável “índice de clorofila”, (SPAD), nas diferentes doses de nitrogênio aos 0, 21, 42, 63, 84 e 105 DAPI, foi significativa para todos os tratamentos. O modelo linear apresentou melhor ajuste nas doses de 150 e 200 mg de N, enquanto que para as doses de 50, 100, 250 e 300 mg de N o modelo polinomial

quadrático foi o mais adequado. A interação de DOSE x DAPi para esta variável, foi significativa, Tabela 27.

O comportamento do índice de clorofila (SPAD), nas coletas aos 0, 21, 42, 63, 84, e 105 DAPi, são apresentados na Figura 28. Identificou-se uma tendência das curvas semelhante ao observado em outros estudos realizados com a variável nitrogênio, uma vez que a clorofila e nitrogênio se correlacionam positivamente (MALAVOLTA et al. 1997). As leituras do clorofilômetro no período compreendido entre 63 e 84 DAPi, para o tratamento com 50 mg de N apresentaram índice igual a 39,54 (63 DAPi) e 30,68 (84 DAPi) e na maior dose de N (300 mg), índice igual a 52,78 (63 DAPi) e 52,14 (84 DAPi).

A partir dos resultados encontrados com a utilização do clorofilômetro no monitoramento do nitrogênio na cultura de lisianthus, é possível estabelecer uma faixa ideal de utilização dos índices (SPAD), a qual deve estar compreendida entre 63 e 84 DAPi, pois evidencia uma maior necessidade de nitrogênio durante esse período do ciclo da cultura, devido a uma redistribuição pela planta para a formação dos botões florais.

Tabela 27. Funções para variação da clorofila (SPAD) em plantas de lisianthus em relação aos dias após o “pinch”, em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio.

Tratamentos	Modelo	R <sup>2</sup>
50 mg	$y = 0,4082x^2 - 13,732x + 91,762$	0,96*
100 mg	$y = 0,6157x^2 - 14,149x + 92,608$	0,96*
150 mg	$y = -9,14x + 86,527$	0,93*
200 mg	$y = -7,9349x + 84,685$	0,92*
250 mg	$y = 0,5214x^2 - 10,96x + 89,236$	0,92*
300 mg	$y = 0,7521x^2 - 10,682x + 87,9$	0,90*

Analogamente Malavolta et al. (1997), citam a faixa de utilização na cultura da batata, de 49-56 de índice (SPAD), como adequados na quarta ou quinta folha jovem totalmente expandida, e no milho valores adequados: entre 45 e 48. De modo semelhante em experimento no campo com a cultura da batata, Minotti et al. (1994), confirmaram os dados de leituras dos índices (SPAD) com valores compreendidos entre 49 a 56, na quarta ou quinta folha jovem completamente expandida.

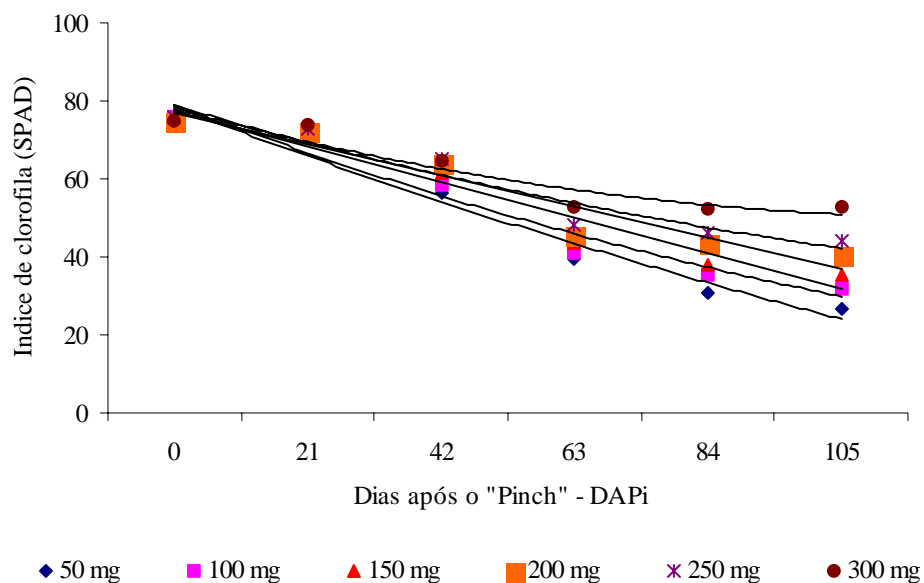


Figura 28. Índice de clorofila (SPAD), em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Argenta (2001) determinou que, para diagnóstico do nível de nitrogênio na planta de milho, as leituras no clorofilômetro acima de 45.4, 52.1, 55.3, e 58.0, respectivamente, para os estádios de três a quatro folhas, seis a sete folhas, 10 a 11 folhas e de espigamento, representam nível adequado de nitrogênio.

#### 4.8 Índices de produção

A análise de regressão realizada para a produção da massa seca de botões florais para as diferentes doses de nitrogênio de 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, apresentaram modelos linear com significância (Tabela 28). As plantas de lisianthus apresentaram resposta crescente em função do aumento das doses de nitrogênio, onde é possível observar que a produção da massa seca é diretamente proporcional à quantidade de nitrogênio aplicado. A produção fotossintética de botões florais no período compreendido entre 84 e 105 DAPI, apresentou a maior produção na dosagem de 300 mg de N aplicada, conforme pode-se observar na Figura 29.



Tabela 28. Análise de regressão para a variável “massa seca de botões florais” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

DAPI	Modelo	R <sup>2</sup>
84	$y = 0,0045x + 0,7867$	0,87*
105	$y = 0,0341x + 5,3067$	0,95*

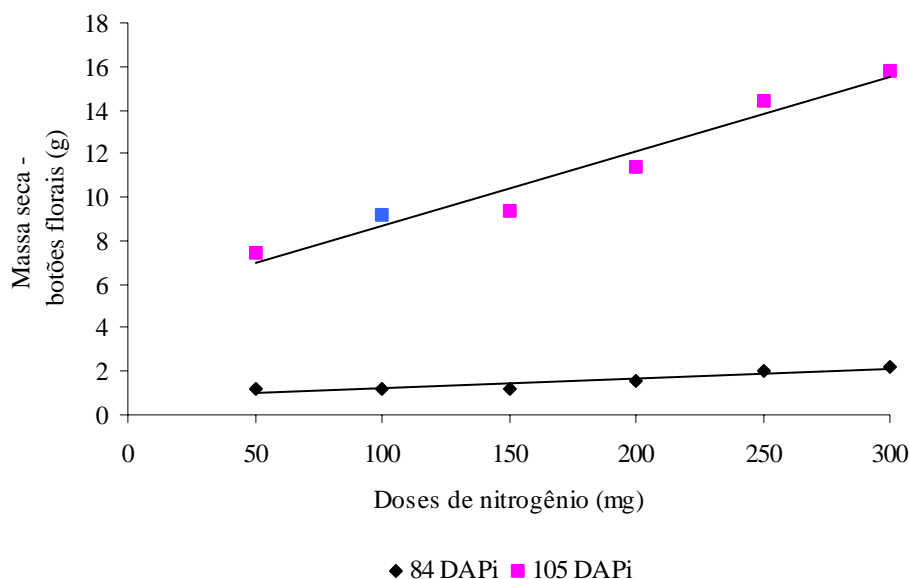


Figura 29. Massa seca de botões florais (g), em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

A análise de regressão realizada para a produção do número de botões florais para as diferentes doses de nitrogênio de 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, apresentaram modelos linear com significância (Tabela 29). Aos 63 DAPI, ocorreu a formação dos primeiros botões florais, em número e tamanho reduzidos, porém nesta fase de formação as diferenças entre os tratamentos não foram representativas. A partir do período compreendido entre os 84 e 105 DAPI, observou-se diferenças nas respostas em função das diferentes doses de nitrogênio, principalmente nas dosagens mais elevadas de 250 e 300 mg, apresentando os melhores resultados, na dosagem de 300 mg de N (Figura 30).

Tabela 29. Análise de regressão para a variável “número de botões florais” em plantas de *lisianthus* submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

DAPI	Modelo	R <sup>2</sup>
63	$y = 0,0416x + 8,3867$	0,74*
84	$y = 0,0728x + 19,16$	0,93*
105	$y = 0,1251x + 21,267$	0,95*

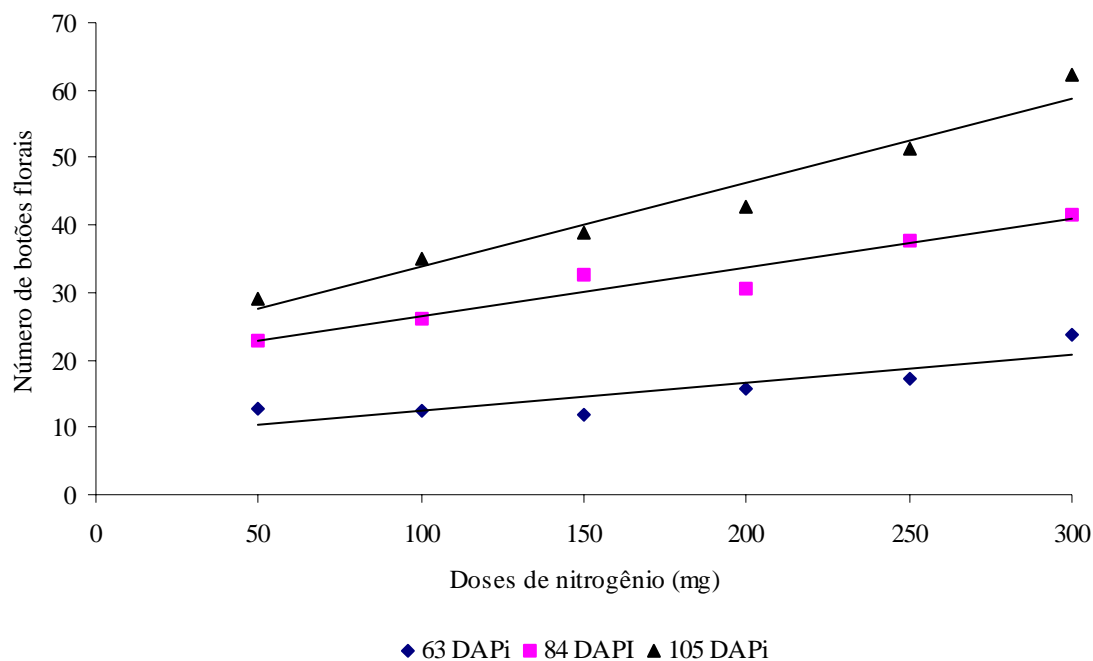


Figura 30. Número de botões florais, em plantas de *lisianthus* submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

Com o tratamento de 300 mg de nitrogênio com aplicações parceladas via fertirrigação, na forma de nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), obteve-se um número expressivo de botões florais com média de 16 botões por haste. A análise de regressão realizada para o número de botões florais abertos para as diferentes doses de nitrogênio de 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, apresentaram modelos linear com significância (Tabela 30).

Tabela 30. Análise de regressão para a variável “número de botões florais abertos” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

DAPI	Modelo	R <sup>2</sup>
105	$y = 0,0517x + 6,093$	0,94*

A resposta das plantas de lisianthus foi crescente para o intervalo compreendido entre as dosagens de 50 e 100 mg, decrescendo a partir da dosagem de 150 mg, e retornando a tendência crescente a partir da dosagem testemunha de 200 mg. No entanto, apresentou maiores números de botões florais abertos nas dosagens de 250 e 300 mg, na última avaliação aos 105 DAPI (Figura 31).

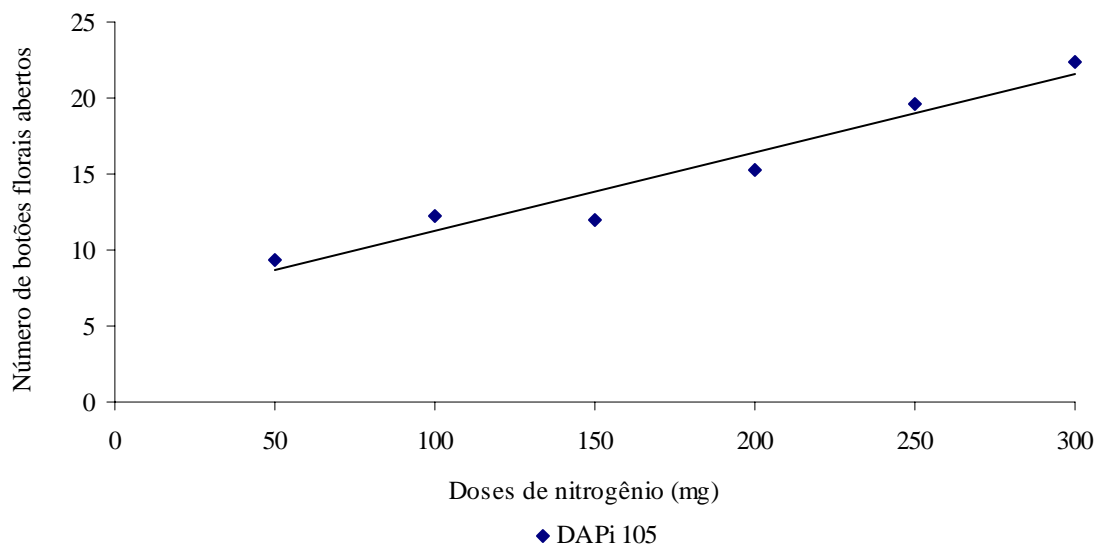


Figura 31. Número de botões florais abertos, em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

A análise de regressão realizada para o número de botões florais fechados para as diferentes doses de nitrogênio de 50, 100, 150, 200, 250 e 300 mg, apresentaram modelos linear com significância (Tabela 31). A resposta das plantas de lisianthus foi crescente para o intervalo compreendido entre as dosagens de 50 e 150 mg, decrescendo a seguir na dosagem testemunha de 200 mg, retornando a tendência crescente a partir da dosagem de 250 mg. Apresentou uma melhor resposta na dosagem de 300 mg na última avaliação aos 105 DAPI (Figura 32).

Tabela 31. Análise de regressão para a variável “número de botões florais fechados” em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

DAPI	Modelo	R <sup>2</sup>
105	$y = 0,0735x + 15,173$	0,93*

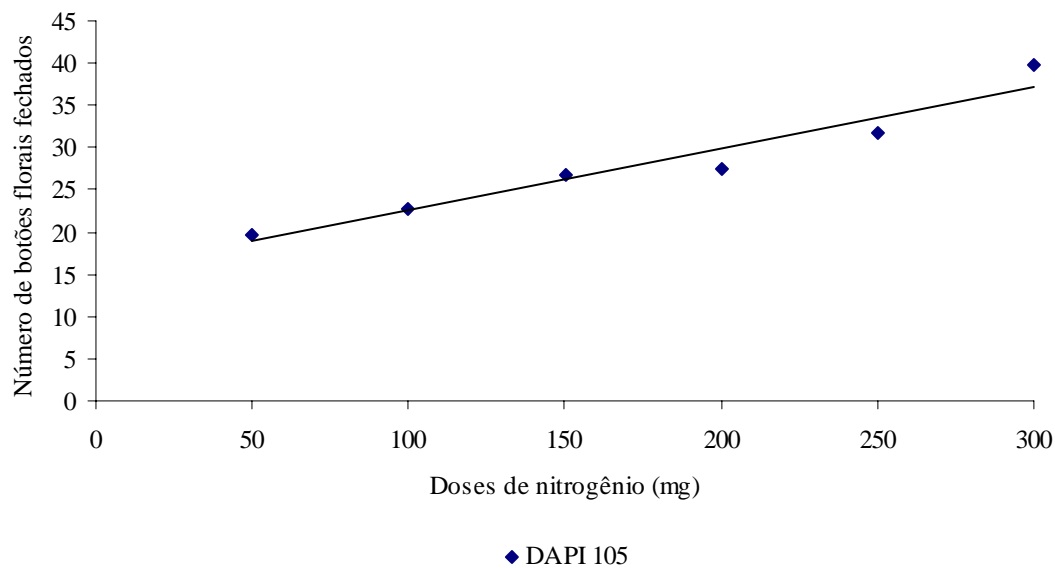


Figura 32. Número de botões florais fechados, em plantas de lisianthus submetidas a diferentes doses de nitrogênio. São Manuel, SP. 2003.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir, nas condições deste experimento, que a maior dose de N,  $300 \text{ mg L}^{-1}$  aplicados via fertirrigação na forma de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , resultou em um aumento nos conteúdos da clorofila foliar e de biomassa da parte aérea, que por sua vez, contribuiu para aumento da fotossíntese em lisianthus, além de promover o maior número de botões florais. Os resultados confirmam a grande exigência de N pela espécie.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D.(Ed). **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Pallotti, 1997. p. 76-111.

ALMEIDA, E. C. et al. Efeitos de faixas de potencial matricial sobre o crescimento do milho em casa de vegetação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.271-276, 1985.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal Santa Maria, 1999.142 p.

ANDRIOLO, J.L. et al. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, v.31, p.715-722, 2001a.

ARGENTA, G. et al. Relação entre o teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v. 13, p.1101-1106, 2001b.

ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.519-527, 2001c.

ARGENTA, G. **Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho**. 112 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.

ARGENTA, G. et al. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R. ; DALMOLIN, R. S. D. (Ed.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Pallotti, 1997. p.76-111.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.

ASHER, C. J.; EDWARDS, D.G. Modern solution culture techniques. In: A. LDUCHLI, A.; BIELESKI R. L. (Ed.). **Inorganic Plant Nutrition** (Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, Vol. 15 B), , eds., Spriger, Berlin, pp. 94-119.(1983). In: FISILOGIA VEGETAL; 3. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004.

ASSIS, F.N. de; VERONA, L.A.F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.5, p. 665-670, 1991.

BARROSO, M. G. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1991. 326 p.

BARNEIX, A. J. Cinética de absorción de fosfato por plantas trigo pretratadas com amônio e nitrato. **Oyton**, Buenos Aires, v. 41, p.45-51, 1981.

BATAGLIA, C. O. Sistemas de irrigação em vasos para experimentos de adubação. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p. 81-86, 1989.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal. FUNEP, 1988. 42p.

BLACKMAN, V. H. The compound interest law and plant growth. **Annals of Botany**, London, v. 33, p.353-360, 1919.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J.S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal Production Agriculture**, Madison, v. 8, p. 56-60, 1995.

BLANC, D. Les substrats. In: BLANC, M. (Ed). **Les cultures hors sol**. Paris: INRA, 1987. p.9-13.

BLOOM, A.J. Crop acquisition of ammonium and nitrate. In: Physiology and Determination of crop yield, K.J. BOOTE, J. M. BENNETT, T. R. SINCLAIR, and G.M. PAULSEN, eds., **Soil Science Society of America, Inc., Crop Science Society of America, Inc.**, Madison, WI, pp. 303-309.1994. In: **Fisiologia Vegetal**; trad. ELIANE ROMANATO SANTARÉM...[et al.] – 3. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004.

BOARO, C.S.F. **Influência da variação de magnésio sobre o desenvolvimento do feijoeiro (phaseolus vulgaris L. cv Carioca), em cultivo hidropônico**. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1986.

BRANDES, D. et al. Efeitos da população de plantas e de época de planto no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Experientiae**, Viçosa, v.15, n.1, p. 1-21, 1973.

BRIGGS, G.E.; KIDD, R.; WEST. C. Quantitative analysis of plant growth. **Annals Applied Biology**, Warwick, v. 7, p. 103-126, 1920a



BRIGGS, G.E.; KIDD, R.; WEST, C. Quantitative analysis of plant growth. **Annals Applied Biology**, Warwick, v. 7, p. 202-223. 1920b

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In : **Cultura do milho** : fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Potafós, 1993. p.63-146.

CABRERA, I. R. Nitrogen balance for two container – grown woody ornamental plants. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.97, p. 297-308, 2003.

CAMARGO de S. M. et al. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cultivado em solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.1, jan.-mar. 2004.

CARLESSO, R. et al. Manejo da irrigação do milho a partir da evapotranspiração máxima da cultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 15-23, jan. 2000.

CARMELLO, Q.A.C. **Curso de nutrição / fertirrigação na irrigação localizada**. Piracicaba: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo,1999. 59 p. Apostila.

CARVALHO de A .J. et al. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.2, p.95-100, 2001.

CARVALHO de L.M. et al. Disponibilidade de água no solo e crescimento de *Artemísia*, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p.726-730, out. – dez. 2003.

CHO, S. M. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, p. 543, 2001.

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.4, p.557-562, 1997.

COELHO, A.M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.) **Quimigação**. Sete Lagoas: Embrapa/ CNMS, 1994. p. 201-227.

COLL, B. J. et al. **Fisiologia vegetal**. 7. ed. Madrid: Pirámide, 1995. 662 p.

COOR, B.; KATZ, P. **A grower's guide to Lisianthus production**. FloraCulture International, 1997.

COSTA, E.F. et al. **Quimigação**. Brasília: Embrapa, 1994. 315 p.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2<sup>nd</sup> ed. Bronx: New York Botanical Garden, 1988.

DALE, R. F.; COELHO, D.T; GALLO, K. P. Prediction of daily green leaf area index for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, p. 999-1005, 1980.

DIETZ, K.J; HARRIS, G.C. Photosynthesis under nutrient deficiency. In: PESSARAKLI, M. (Org.). **Handbook of photosynthesis**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 951-975.

DOWLER, C.C., GASCHO, G.J., YOUNG, J.R. **Chemical potential for corn production**. West Lafayette: Purdue University Cooperative Extension Service, 1989. 8 p.

DORNHOFF, G.M.; SHIBLES, R.M. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. **Crop Science**, Madison v.10, p.42-45. 1970.

DWYER, L. M. et al. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.75, p.179-182, 1995.

FEIGIN, A.; LETEY, J.; JARRELL, W.M. Nitrogen utilization efficiency by drip irrigated celery receiving or water applied N fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p. 978-983,1982.

FERNANDES, C.; ARAÚJO C. A.J.; CORÁ E. J. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, dez. 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v.2, 357 p.

FREIRE, J.C. Resposta do milho a níveis de água e formas de aplicação de calcário em dois solos originalmente sobre cerrado em casa de vegetação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.305 - 308, 1984.

FRIZZONE, A.J. **Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1999. 14 p. (Apostila de aula).

FRIZZONE, A. J.; BOTREL, A . T. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação In: **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba : Potafós, 1994. p.343.

GERENDÁS,J.; PIEPER, I. Suitability of the SPAD meter and the petiole nitrate test for nitrogen management, in nursery potatoes. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, 14., 2001, Hannover. **Proceedings**: Kluwer Academic Publishers, 2001 **Plant Nutrition**, Develop. **Plant Soil Science**, v.92, p. 716-717, 2001.

GILL, M.S.; NARANG, R.S. Yield analysis in gobhi sarson (*Brassica napus* sub sp. oleifera var. annua) to irrigation and nitrogen. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v.38, p.257-265, 1993.

- GILL, S. et al. **Production of Lisianthus as a cut flower: crops, livestock e nursery.** Maryland, MCE Publications Catalog, University of Maryland, 2000. 12 p.
- GOMES, P. H. **Engenharia de irrigação.** 2. ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 390 p.
- GRAS, R. Propriétés physiques des substrats. In: INRA. **Lês cultures hors sol.** Paris, 1987. p. 80-126.
- GREEN Jr., V. E. Use phytomass and epiphytotic when referring to plants. **Agronomy Journal** , v. 72, p. 1068. 1980.
- GRIESBACH, J. R. Correlation of ph and light intensity on flower color in potted *Eustoma grandiflorum* grise **HortScience**, Alexandria, v. 27, n.7, p. 817-818. 1992.
- GUIMARÃES, T. G. et al. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p.209-216,1999.
- HALEVY, A.H.; KOFRANEK, A.M. Evaluation of *Lisianthus* as a new flower crop. **HortScience**, Alexandria v.19, p.845-847, 1984.
- HARTMAN, P.L.; MILLS, H.A.; JONES Jr., J.B. The influence of nitrate : ammonium ratios on growth, fruit development, and element concentration in “Floradel” tomato plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p. 487-490, 1986.
- HARBAUGH, K. B. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn cultivars influenced by photoperiod and temperature. **HortScience**, Alexandria, v. 30 n.7, p.1375-1377, 1995.

HENDRY, G.A. Plant pigments. In: LEA, P.J; LEEGOOD, R.C.(Ed.). **Plant biochemistry and molecular biology**. Cidade: Bookcraft, 1993. p.181-196.

HERNANDEZ, T.B.F. Fertilizantes fluidos In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annals Rev. of Plant Physiology**. Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.

HUETT, D. O. et al. Vegetables. In: REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Ed.) **Plant analysis: an interpretation manual**. 2<sup>nd</sup> ed. Collingwood: CSIRO, 1997. p. 385-464.

JOINER, J. N.; POOLE. Relationship of fertilization frequency to Chrysanthemum yield and nutrient levels in soil and foliage. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.90, p.397-402, 1967.

JOLY, A. B. **Introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional; v. 4. 2002.

KLAR, A. E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel,1991. 156 p.

KLAR, A.E. et al. Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens. **Anais Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”** Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.15-30, 1966.

KU, S. M. C.; HERSHEY, RD. Fertigation rate, leaching fraction, and growth of potted Poinsettia. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.19, n.12, p. 1639-1652, 1996.

- KVET, J et al. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G.(Ed.). **Plant photosynthetic roduction**: manual of methods. The Hague: W. Junk N.V. Publishers, 1971. p. 343-384.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. 3<sup>rd</sup>. ed. New York: Springer Verlag, 1998. 540 p.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3<sup>rd</sup>. ed. Berlin: Springer, 1995. 506 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 529 p.
- LOPES, N. F. et al. Análise de crescimento e conversão de energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade de fluxo radiante. **Revista Ceres**, Viçosa , v. 29, n. 166, p. 586- 606, 1982.
- MAGALHÃES, J. R.; WILCOX, G.E Tomato growth and nutrient uptake patterns as influenced by nitrogen form and light intensity. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.6, n.11, p. 941-956, 1983.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, C. G.; OLIVEIRA, A . S. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MANDAL, K.G.; SINHÁ, A.C. Nutrient management effects on light interception, photosynthesis, growth, dry-matter production and yield of indian mustard (*Brassica juncea*). **Journal Agronomy; Crop Science**, v.190, p.119-129, 2004.
- MARSCNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press, 1995.888 p.

- MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v.46, p. 467-472, 1995.
- MARQUARD, R.D.; TRIPTON, J.L. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.6, p. 1327, 1987.
- MEDEIROS, G. A. de **Influência do desenvolvimento do dossel vegetativo sobre o consumo de água e coeficiente de cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1996. 135 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de Campinas, Campinas, 1996.
- MELLO, A.C.A.de. **Efeito do dossel vegetativo na estimativa do consumo de água e coeficiente de cultura da ervilha (*Pisum sativum* L.)**. 1992. 75 f. Dissertação (Mestrado).- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1978. 593 p.
- MINOLTA CAMERA COMPANY. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.
- MINOTTI, P.L.; HALSETH, D.E.; SIECZKA, J.B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **HortScience**, Alexandria, v.29, n. 12, p. 1497-1500. 1994.
- NOGUEIRA JR, P. S. Programa Florabrazilis: Base produtiva da floricultura nacional aumenta o desempenho exportador. **Revista Brasileira de Plantas Ornamentais**, Campinas, v. 7, n.2, p. 79-80, 2001.
- OHKAWA, K. et al. Reversal of heat-induced rosetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 29,n.3, p. 165-166, 1994.

OHKAWA, K. et al. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v.48, p.171-176, 1991.

OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, J.J.S. Evapotranspiração, índice de área foliar e de desenvolvimento radicular do feijão irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 317-322,1990.

OLSON, R.A.; KURTZ, L. T. Crop nitrogen requirements, utilization and fertilization. In: STEVENSON, F. J. (Ed.). **Nitrogen in agricultural soils**. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 567-604. (Agronomy, 22).

PADILLA, W. El uso de la fertirrigacion en cultivos de flores en Latinoamérica. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 460 p.

PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J. O. Efeitos da umidade do solo sobre a simbiose endomicorrízica em soja. II. Crescimento, nutrição e relação água planta. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.11, p. 289-293, 1987.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, n. 114, p.1-33, 1987.

PINTO, J.M. et al. Efeitos de períodos de frequência de fertirrigação na cultura do melão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal. **Anais...**Fortaleza: ABID,1992. p.701-714.

PINTO, J.M. et al. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p. 1263-1268, 1993.



PORTES, T.A.; CASTRO JR., L. G. Análise de crescimento de plantas : um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v.3, p. 54-53, 1991.

RAIJ, B., Van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba : Ceres, POTAFOS, 1991. 343 p.

RAIJ, B. Van. et al.Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Rev. atual. **Boletim técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, n.100, p. 285, 1997.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulate their use and abuse. **Crop Science**, v.7, p.171-175, 1967.

RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, p.357-363, 1999.

RAVEN, J. A.; SMITH, E. Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation to intracellular pH regulation *New Phytol.* 76: 415-431, 1976. In: FISILOGIA VEGETAL; trad. Eliane Romanato Santarém...[et al.] – 3. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004.

RAVEN, H., P.; EVERT, F.; R.EICHHORN, E. S. **Biologia vegetal**. 6. ed. 1999. 906 p.

REICHARDT, K. **A água em sistema agrícolas**. Piracicaba: Manole, 1990.p. 188 .

RILEY, D.; BARBER, S. A. Effect of ammonium and nitrate fertilization in phosphorus uptake as related to root-induced pH changes at the root-soil interface. **Proceedings of Soil Science Society of America**, Madison, v.35, p.301-306, 1971.

RODRIGUES, J. D. **Influência de diferentes níveis de cálcio sobre o desenvolvimento da plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) cv Cook), em cultivo hidropônico**. 1980. 180 f. Tese (Livre Docência em Fisiología Vegetal) – Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista, Botucatu,1990.

- ROEBER, R.; KOLB, D.; OHMAYER, R. Influence of drought stress, dif and retardant on yield and quality of *Dentranthemax grandiflorum*. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, p.378, 1995
- RUBINO, B. D. Inheritance of esterase, diaphorase, and Glucose-6-Phosphate isomerase in *Lisianthus*. **HortiScience**, Alexandria, vol. 28, n.6, p. 661-663, 1993.
- SALOMÃO, H. Fertirrigação em citrus In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 460 p.
- SCRÖDER, J. J. et al. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.66, p.151-164, 2000.
- SCHADCHINA, T.M.; DMITRIEVA, V.V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.18, p.1427-1437, 1995.
- SESTÁK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague: Dr. W. Junk, 1971. 818 p.
- SHINNER, L.H. Synopsis of the genus *Eustoma*. *Southwestern Naturalist*, San Marcos, v.2, p.38-43, 1957.
- SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O . A.; MAROUELLI, W. A . **Fertirrigação na Embrapa Hortaliças**. In : FOLEGATTI, M. V. (Coord.) **Fertirrigação citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Editora Agropecuária, 1999. 460 p.
- SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.9/10, p.1495-1503, 1994.

SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; PINTO, J.M. **Avaliação técnica de sistemas de irrigação localizada**. Petrolina: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Embrapa, 1993.

SOUZA, V.F. de. **Frequência de aplicação de N e K via irrigação por gotejamento no meloeiro (*Cucumis melo* L.) cv. Eldorado 300 em solo de textura arenosa**. 1993. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

SOUZA de, M. M.; LOPES, C.L.; FONTES; F.E.L. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat, Compositae) “**White Polaris**” em vasos. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 1, n. 2, p.71-77, 1995.

STARK, J. C. et al. Nitrogen use efficiency of trickle-irrigated tomatoes receiving continuous injection of N. **Agronomy Journal**, Madison, v. 65, p. 672-676, 1983.

STRIEDER, M.L. Relação entre o teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha do milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, v.13, p. 1101-1106, 2001b.

STOKING, C. R.; ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v.49, n.3, p.284-289, 1962.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.719.

THIEN, S.J.; McFEE, W.W. Influence of nitrogen on phosphorus absorption and translocation in *Zea mayz* L. **Proceedings in Soil Science Society of American**, Madison, v.34, p.87-90, 1970.

THIEN, S.J.; McFEE, W.W. Effect of nitrogen on phosphorus transport systems in (*Zea mayz* L.) **Proceedings in Soil Science Society of American**, Madison, v.36, p.617-624, 1972.

THREADGILL, E. D. Current status and future of chemigation. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIGATION, 3., 1985, Tifton. **Proceedings...** Tifton: Rural Development Center, 1985. p.1-12.

TOMBOLATO, C. F. A. et al. Cultivo comercial de alstroeméria. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, Campinas, v.8, n1/2, p.1-13, 2000.

UDDIN, J.A.F.M. et al. Seasonal variation In pigmentation and anthocyanidin phenetics in commercial Eustoma flowers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.100, p.103–115, 2004.

URCHEI, M. A. **Efeitos de défices hídricos em três estados fisiológicos da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. 1992. 165 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

VARVEL, G.E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 61:p. 1233-1239, 1997.

VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L., T., FERNANDES, D., M. Fertilizantes em fertirrigação. In: **Fertirrigação**, Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 460.

VITTI C. G.; BOARETTO, E. A.; PENTEADO, R. S. Fertilizantes e fertirrigação. In: **Fertilizantes fluidos – Piracicaba: Potafós**, 1994. 343: il.

WARD, G.M. Growth and nutrient absorption In greenhouse tomato and cucumber. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 90, p. 335-341, 1967.

WASKOM, R. M. et al. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, p.545-560, 1996.

WIGNARAJAH, K. Mineral nutrition of plants. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.193-221. (Book in soil, plants and the environment). (Series, 2).

WILKINSON, E. R. **Plant-environment interactions**. Washington: Editora, 1994.

WOODSON, W. R.; BOODLEY, J.W. Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of chrysanthemum. **HortScience**. St. Joseph, v.18, n.2, p. 196-197, 1983.

WOOD, C. E.; WEAVER, R.E. The genera of gentianaceae in the Southeastern United States. **Journal of the Arnold Arboretum Harvard University**, v.63, p.441-87, 1982.

WOLFE, W. D. Physiological and growth responses to atmospheric carbon dioxide concentration. In: Pessarakli, M. (Ed.) **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 223-242. (Book in soil, plants and the environment). (Series, 2).

YADAVA, U.L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.6, p.1449-1450, 1986.

## APÊNDICE

Figuras do monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, radiação fotossinteticamente ativa (**PAR**) e radiação solar global.

Fotos ilustrativas do revestimento de blocos de concreto e diferentes colorações de flores, em plantas de lisianthus.

Tabelas da análise de variância para as diversas variáveis analisadas nas diferentes doses de nitrogênio.

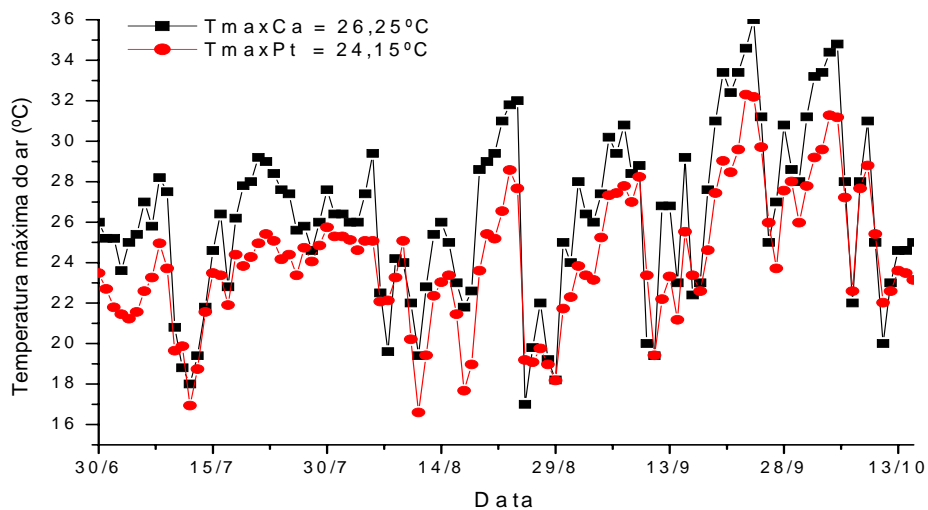


Figura 33. Temperatura máxima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003.

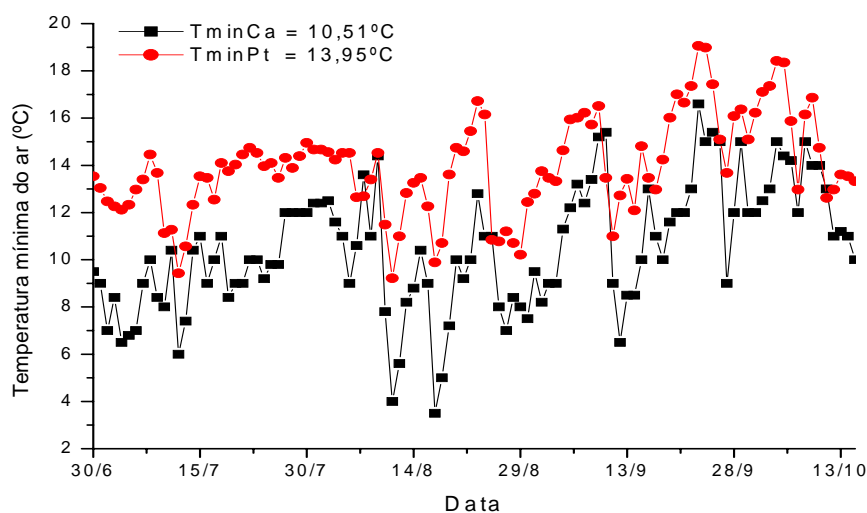


Figura 34. Temperatura mínima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003.

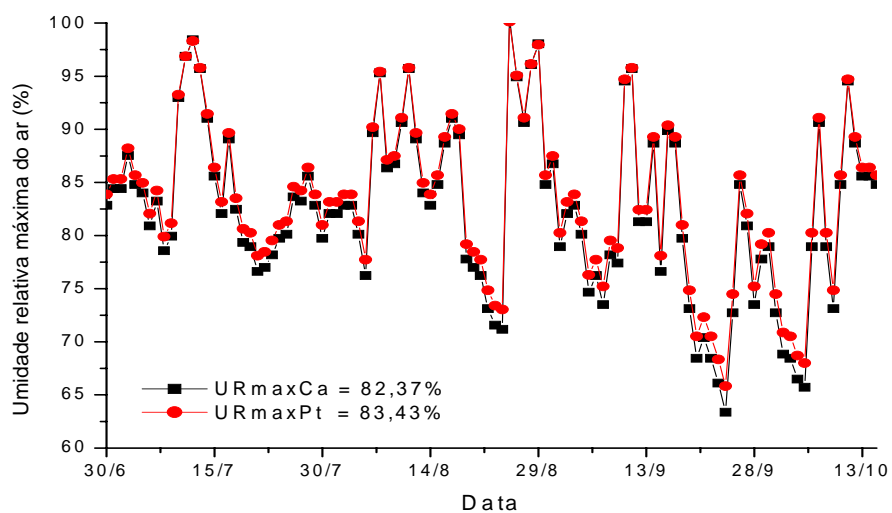


Figura 35. Umidade relativa máxima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003.

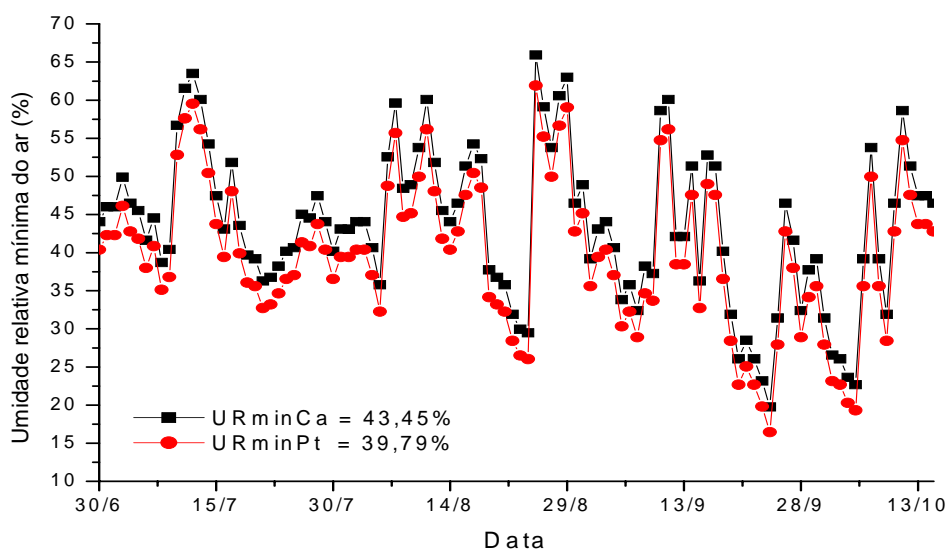


Figura 36. Umidade relativa mínima do ar, registrada por conjunto de psicrômetros de termopar com fios de cobre constantan conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003.



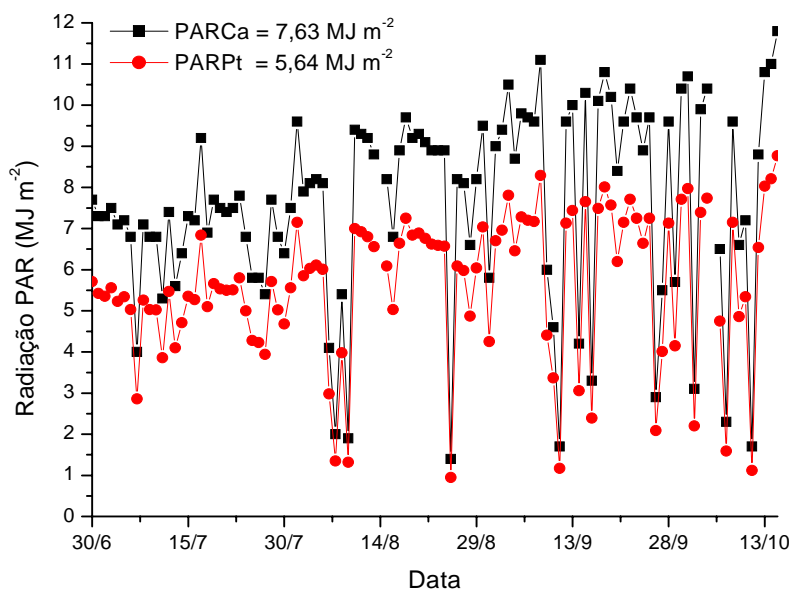


Figura 37. Radiação “PAR” registrada por radiômetros conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003.

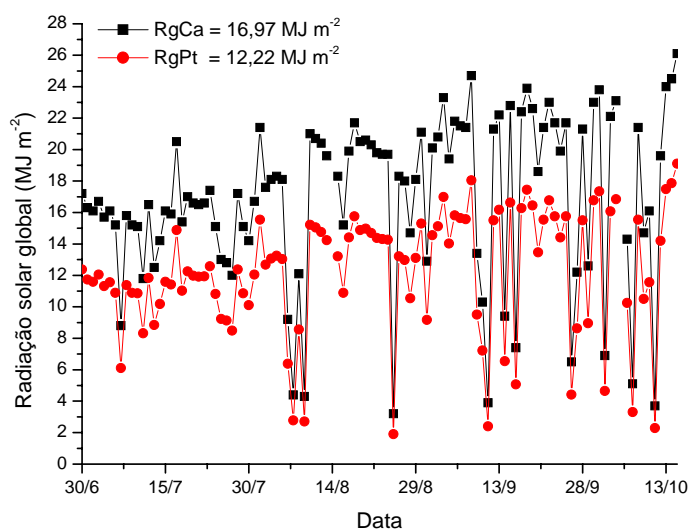


Figura 38. Radiação solar global registrada através de radiômetros conectados ao sistema de aquisição automática de dados meteorológicos – (“ Micrologger CR 23 X”). São Manuel, SP. 2003.



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 39. (Foto 1) Revestimento com blocos de concreto assentados na posição “deitado,” abaixo dos ripados, para permitir um melhor controle térmico.



Fotos: Katz, I., 2003

Figura 40. (Foto 2) Diferentes colorações de flores em plantas de lisianthus, ocorridas durante a condução do experimento. São Manuel, SP. 2003.

Tabela 32. Análise de variância para a variável analisada “clorofila”, nas diferentes doses de nitrogênio .

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc	
DOSES	5	573.009956	57.813	0.00	
Erro 1	24	9.911444			
DAPI	5	7935.969422	1185.592	0.00	
DOSES*DAPI	25	70.533262	10.537	0.00	
Erro 2	120	6.693678			
Total corrigido	179				
50 mg (N)	B1	10347.970314	1545.932	0.000	
	B2	31.105929	4.647	0.033	
	B3	314.352900	46.963	0.000	
	Desvio	2	13.586929	2.030	0.136
	Resíduo	120	6.693678		
100 mg (N)	B1	8471.256029	1265.561	0.000	
	B2	70.766095	10.572	0.001	
	B3	274.012844	40.936	0.000	
	Desvio	2	29.481349	4.404	0.014
	Resíduo	120	6.693678		
150 mg (N)	B1	7309.715000	1092.033	0.000	
	B2	20.504381	3.063	0.083	
	B3	435.417778	65.049	0.000	
	Desvio	2	31.240254	4.667	0.011
	Resíduo	120	6.693678		
200 mg (N)	B1	5509.171314	823.041	0.000	
	B2	24.722881	3.693	0.057	
	B3	276.556900	41.316	0.000	
	Desvio	2	71.211786	10.639	0.000
	Resíduo	120	6.693678		
250 mg (N)	B1	4676.024257	698.573	0.000	
	B2	50.752381	7.582	0.007	
	B3	261.576711	39.078	0.000	
	Desvio	2	59.520159	8.892	0.000
	Resíduo	120	6.693678		
300 mg (N)	B1	2567.725714	383.605	0.000	
	B2	105.600857	15.776	0.000	
	B3	221.017778	33.019	0.000	
	Desvio	2	32.423825	4.844	0.009
	Resíduo	120	6.693678		
CV 1 (%) =	5.65				
CV 2 (%) =	4.64				

Tabela 33. Análise de variância para a variável analisada “Diâmetro da haste”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc
DOSES	5	88.483457	4.176	0.0072
Erro 1	24	21.188228		
DAPi	5	6202.349097	517.296	0.0000
DOSES*DAPi	25	18.091511	1.509	0.0744
Erro 2	120	11.989952		
Total corrigido	179			
50 mg (N)				
B1	1	3395.941853	283.232	0.000
B2	1	542.394629	45.237	0.000
B3	1	3.112872	0.260	0.611
Desvio	2	17.596317	1.468	0.235
Resíduo	120	11.989952		
100 mg (N)				
B1	1	3508.117961	292.588	0.000
B2	1	784.220686	65.406	0.000
B3	1	0.085459	0.007	0.983
Desvio	2	21.429920	1.787	0.172
Resíduo	120	11.989952		
150 mg (N)				
B1	1	4069.016641	339.369	0.000
B2	1	1363.717562	113.738	0.000
B3	1	33.628401	2.805	0.097
Desvio	2	14.829178	1.237	0.294
Resíduo	120	11.989952		
200 mg (N)				
B1	1	4804.088257	400.676	0.000
B2	1	1048.172024	87.421	0.000
B3	1	0.762711	0.064	0.801
Desvio	2	33.719537	2.812	0.064
Resíduo	120	11.989952		
250 mg (N)				
B1	1	4393.709733	366.449	0.000
B2	1	1064.061000	88.746	0.000
B3	1	16.464659	1.373	0.244
Desvio	2	4.765258	0.397	0.673
Resíduo	120	11.989952		
300 mg (N)				
B1	1	5052.252151	421.374	0.000
B2	1	1094.292009	91.267	0.000
B3	1	32.634560	2.722	0.102
Desvio	2	36.339835	3.031	0.052
Resíduo	120	11.989952		
CV 1 (%) =	11.43			
CV 2 (%) =	8.60			

Tabela 34. Análise de variância para a variável analisada “Altura das plantas”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc	
DOSES	5	27.814343	2.912	0.0342	
Erro 1	24	9.552870			
DAPi	5	14506.025943	3400.122	0.0000	
DOSES*DAPi	25	28.552614	6.693	0.0000	
Erro 2	120	4.266325			
Total corrigido	179				
50 mg (N)	B1	12626.413829	2959.553	0.000	
	B2	1.751177	0.410	0.523	
	B3	467.568544	109.595	0.000	
	Desvio	2	141.831705	33.244	0.000
	Resíduo	120	4.266325		
100 mg (N)	B1	11881.311408	2784.905	0.000	
	B2	326.551704	76.542	0.000	
	B3	113.223787	26.539	0.000	
	Desvio	2	21.636619	5.71	0.008
	Resíduo	120	4.266325		
150 mg (N)	B1	11754.751873	2755.241	0.000	
	B2	275.319054	64.533	0.000	
	B3	218.951209	51.321	0.000	
	Desvio	2	32.463052	7.609	0.001
	Resíduo	120	4.266325		
200 mg (N)	B1	11648.822493	2730.411	0.000	
	B2	190.715049	44.702	0.000	
	B3	141.863980	33.252	0.000	
	Desvio	2	12.681299	2.972	0.055
	Resíduo	120	4.266325		
250 mg (N)	B1	11362.039968	2663.191	0.000	
	B2	117.978000	27.653	0.000	
	B3	262.418400	61.509	0.000	
	Desvio	2	29.226071	6.850	0.002
	Resíduo	120	4.266325		
300 mg (N)	B1	11072.868791	2595.411	0.000	
	B2	130.104137	30.496	0.000	
	B3	162.069874	37.988	0.000	
	Desvio	2	6.772154	1.587	0.209
	Resíduo	120	4.266325		
CV 1 (%) =	11.08				
CV 2 (%) =	7.40				

Tabela 35. Análise de variância para a variável analisada “número de internódios”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc	
DOSES	5	28.966677	4.033	0.0085	
Erro 1	24	7.182146			
DApI	5	2133.188644	439.045	0.0000	
DOSES*DApI	25	5.661869	1.165	0.2857	
Erro 2	120	4.858705			
Total corrigido	179				
50 mg (N)	B1	1158.430179	238.424	0.000	
	B2	193.053720	39.734	0.000	
	B3	0.275625	0.057	0.812	
	Desvio	2	21.087946	4.340	0.015
	Resíduo	120	4.858705		
100 mg (N)	B1	1313.654071	270.371	0.000	
	B2	187.293859	38.548	0.000	
	B3	0.017512	0.004	0.952	
	Desvio	2	45.671854	9.400	0.000
	Resíduo	120	4.858705		
150 mg (N)	B1	1498.349111	308.384	0.000	
	B2	128.075059	26.360	0.000	
	B3	3.413872	0.703	0.404	
	Desvio	2	12.571054	2.587	0.079
	Resíduo	120	4.858705		
200 mg (N)	B1	1779.713650	366.294	0.000	
	B2	126.040015	25.941	0.000	
	B3	3.247204	0.668	0.415	
	Desvio	2	23.492099	4.835	0.010
	Resíduo	120	4.858705		
250 mg (N)	B1	1585.785714	326.380	0.000	
	B2	183.348214	37.736	0.000	
	B3	3.062500	0.630	0.429	
	Desvio	2	53.214286	10.952	0.000
	Resíduo	120	4.858705		
300 mg (N)	B1	1958.764115	403.145	0.000	
	B2	242.546402	49.920	0.000	
	B3	1.0207773	0.210	0.648	
	Desvio	2	64.661930	13.308	0.000
	Resíduo	120	4.858705		
CV 1 (%) =	15.75				
CV 2 (%) =	12.95				

Tabela 36. Análise de variância para a variável analisada “distância entrenós”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc	
DOSES	5	0.093602	0.810	0.5544	
Erro 1	24	0.115628			
DAPi	5	61.093978	930.148	0.0000	
DOSES*DAPi	25	0.055471	0.845	0.6783	
Erro 2	120	0.065682			
Total corrigido	179				
50 mg (N)	B1	1	55.242579	841.061	0.000
	B2	1	0.001601	0.024	0.876
	B3	1	1.109511	16.892	0.000
	Desvio	2	0.026423	0.402	0.670
	Resíduo	120	0.065682		
100 mg (N)	B1	1	52.032864	792.194	0.000
	B2	1	0.166802	2.540	0.114
	B3	1	0.924803	14.080	0.000
	Desvio	2	0.242000	3.684	0.028
	Resíduo	120	0.065682		
150 mg (N)	B1	1	48.583314	739.675	0.000
	B2	1	0.000095	0.001	0.970
	B3	1	1.777778	27.066	0.000
	Desvio	2	0.222940	3.394	0.037
	Resíduo	120	0.065682		
200 mg (N)	B1	1	43.740323	665.941	0.000
	B2	1	0.023926	0.364	0.547
	B3	1	0.576081	8.771	0.004
	Desvio	2	0.125724	1.914	0.152
	Resíduo	120	0.065682		
250 mg (N)	B1	1	49.046401	746.725	0.000
	B2	1	0.075201	1.145	0.287
	B3	1	1.594327	24.273	0.000
	Desvio	2	0.399429	6.081	0.003
	Resíduo	120	0.065682		
300 mg (N)	B1	1	48.300573	735.370	0.000
	B2	1	0.026880	0.409	0.524
	B3	1	1.351794	20.581	0.000
	Desvio	2	0.124397	1.894	0.155
	Resíduo	120	0.065682		
CV 1 (%) =	12.53				
CV 2 (%) =	9.44				

Tabela 37. Análise de variância para a variável analisada “nitrogênio haste/folha”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc
DOSES	5	34.102222	15.800	0.0000
Erro 1	24	2.158333		
DAPI	5	6695.542222	2934.496	0.0000
DOSES*DAPI	25	6.219556	2.726	0.0001
Erro 2	120	2.281667		
Total corrigido	179			
50 mg (N)	B1	5230.311429	2292.321	0.000
	B2	560.059524	245.461	0.000
	B3	27.387778	12.003	0.001
	Desvio	73.003968	31.996	0.000
	Resíduo	120	2.281667	
100 mg (N)	B1	5393.931429	2364.031	0.000
	B2	512.609524	224.665	0.000
	B3	56.751111	24.873	0.000
	Desvio	97.087302	42.551	0.000
	Resíduo	120	2.281667	
150 mg (N)	B1	5488.560000	2405.505	0.000
	B2	342.002381	149.891	0.000
	B3	86.490000	37.907	0.000
	Desvio	95.607143	41.902	0.000
	Resíduo	120	2.281667	
200 mg (N)	B1	5031.225714	2205.066	0.000
	B2	477.866667	209.438	0.000
	B3	62.937778	27.584	0.000
	Desvio	56.268254	24.661	0.000
	Resíduo	120	2.281667	
250 mg (N)	B1	4343.682857	1903.732	0.000
	B2	358.438095	157.095	0.000
	B3	65.071111	28.519	0.000
	Desvio	13.487302	5.911	0.004
	Resíduo	120	2.281667	
300 mg (N)	B1	4386.060000	1922.305	0.000
	B2	422.002381	184.954	0.000
	B3	49.467778	21.681	0.000
	Desvio	33.718254	14.778	0.000
	Resíduo	120	2.281667	
CV 1 (%) =	7.68			
CV 2 (%) =	7.90			



Tabela 38. Análise de variância para a variável analisada “número de folhas”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc
DOSES	5	3424.093333	2.954	0.0323
Erro 1	24	1158.961111		
DAPI	5	303300.893333	507.002	0.0000
DOSES*DAPI	25	750.330667	1.254	0.2086
Erro 2	120	598.224444		
Total corrigido	179			
50 mg (N)				
B1	1	180851.245714	302.313	0.000
B2	1	36288.609524	60.661	0.000
B3	1	1780.840000	2.977	0.087
Desvio	2	343.785714	0.575	0.564
Resíduo	120	598.224444		
100 mg (N)				
B1	1	168214.082857	281.189	0.000
B2	1	43982.866667	73.522	0.000
B3	1	1106.671111	1.850	0.176
Desvio	2	185.273016	0.310	0.734
Resíduo	120	598.224444		
150 mg (N)				
B1	1	213877.440000	357.520	0.000
B2	1	24411.438095	40.806	0.000
B3	1	12409.960000	20.745	0.000
Desvio	2	463.914286	0.775	0.463
Resíduo	120	598.224444		
200 mg (N)				
B1	1	212150.540000	354.634	0.000
B2	1	38668.809524	64.639	0.000
B3	1	1883.560000	3.149	0.079
Desvio	2	549.628571	0.919	0.402
Resíduo	120	598.224444		
250 mg (N)				
B1	1	242038.902857	404.595	0.000
B2	1	34780.200000	58.139	0.000
B3	1	1032.551111	1.726	0.191
Desvio	2	882.573016	1.475	0.233
Resíduo	120	598.224444		
300 mg (N)				
B1	1	281728.285714	470.941	0.000
B2	1	33930.059524	56.718	0.000
B3	1	950.694444	1.589	0.210
Desvio	2	162.813492	0.272	0.762
Resíduo	120	598.224444		
CV 1 (%) =	14.97			
CV 2 (%) =	10.76			

Tabela 39. Análise de variância para a variável analisada “peso da matéria seca dos botões florais”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc	
DOSES	5	34.136667	18.452	0.0000	
Erro 1	24	1.850000			
DAPi	1	1411.350000	1114.224	0.0000	
DOSES*DAPi	5	19.950000	15.750	0.0000	
Erro 2	24	1.266667			
Total corrigido	59				
50 mg (N)	B1	1	96.100000	75.868	0.000
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	1.266667		
100 mg (N)	B1	1	160.000000	126.316	0.000
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	1.266667		
150 mg (N)	B1	1	168.100000	132.711	0.000
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	1.266667		
200 mg (N)	B1	1	240.100000	189.553	0.000
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	1.266667		
250 mg (N)	B1	1	384.400000	303.474	0.000
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	1.266667		
300 mg (N)	B1	1	462.400000	365.053	0.000
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	1.266667		
CV 1 (%) =	21.20				
CV 2 (%) =	17.54				

Tabela 40. Análise de variância para a variável analisada “pedúnculo”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc	
DOSES	5	2.000000	2.581	0.0527	
Erro 1	24	0.775000			
DAPi	1	52.266667	67.441	0.0000	
DOSES*DAPi	5	0.226667	0.292	0.9124	
Erro 2	24	0.775000			
Total corrigido	59				
50 mg (N)	B1	1	12.100000	15.613	0.001
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	0.775000		
100 mg (N)	B1	1	10.000000	12.903	0.001
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	0.775000		
150 mg (N)	B1	1	10.000000	12.903	0.001
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	0.775000		
200 mg (N)	B1	1	4.900000	6.323	0.019
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	0.775000		
250 mg (N)	B1	1	6.400000	8.258	0.008
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	0.775000		
300 mg (N)	B1	1	10.000000	12.903	0.001
	B2	0	0.000000	0.000	0.998
	B3	0	0.000000	0.000	0.998
	Desvio	0	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	24	0.775000		
CV 1 (%) =	20.47				
CV 2 (%) =	20.47				

Tabela 41. Análise de variância para a variável analisada “número total de botões florais”, nas diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc
DOSES	5	880.284444	23.867	0.0000
Erro 1	24	36.883333		
DAPi	2	5733.544444	224.625	0.0000
DOSES*DAPi	10	93.171111	3.650	0.0011
Erro 2	48	25.525000		
Total corrigido	89			
50 mg (N)	B1	656.100000	25.704	0.000
	B2	12.033333	0.471	0.496
	B3	0.000000	0.000	0.997
	Desvio	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	48	25.525000	
100 mg (N)	B1	1254.400000	49.144	0.000
	B2	16.133333	0.632	0.431
	B3	0.000000	0.000	0.997
	Desvio	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	48	25.525000	
150 mg (N)	B1	1822.500000	71.401	0.000
	B2	177.633333	6.959	0.011
	B3	0.000000	0.000	0.997
	Desvio	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	48	25.525000	
200 mg (N)	B1	1795.600000	70.347	0.000
	B2	6.533333	0.256	0.615
	B3	0.000000	0.000	0.997
	Desvio	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	48	25.525000	
250 mg (N)	B1	2924.100000	114.558	0.000
	B2	40.833333	1.600	0.212
	B3	0.000000	0.000	0.997
	Desvio	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	48	25.525000	
300 mg (N)	B1	3686.400000	144.423	0.000
	B2	6.533333	0.256	0.615
	B3	0.000000	0.000	0.997
	Desvio	0.000000	0.000	0.000
	Resíduo	48	25.525000	
CV 1 (%) =	20.08			
CV 2 (%) =	16.70			

Tabela 42. Análise de variância para a variável analisada “ botões florais abertos”.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc
DOSES	5	124.053333	6.841	0.0004
Erro	24	18.133333		
Total corrigido	29			
B1	1	583.725714	32.191	0.000
B2	1	20.152381	1.111	0.302
B3	1	0.004444	0.000	0.988
Desvio	2	8.192063	0.452	0.642
Resíduo	24	18.133333		
CV (%) =	28.14			

Tabela 43. Análise de variância para a variável analisada “ botões florais fechados”.

FV	GL	Q.M.	Fc	Pr>Fc
DOSES	5	253.073333	8.885	0.0001
Erro	24	28.483333		
Total corrigido	29			
B1	1	1181.282857	41.473	0.000
B2	1	39.009524	1.370	0.253
B3	1	35.204444	1.236	0.277
Desvio	2	4.934921	0.173	0.842
Resíduo	24	28.483333		
CV (%) =	19.04			