

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

**ESTRESSE MINERAL INDUZIDO POR FERTILIZANTES POTÁSSICOS EM  
PLANTAS DE BERINJELA (*Solanum melogena* L.) E SEU EFEITO SOBRE  
PARÂMETROS AGRÔNOMICOS E METABÓLICOS**

**DOUGLAS JOSÉ MARQUES**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia – Área de Concentração em  
Horticultura.

**BOTUCATU - SP**

Fevereiro - 2009

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

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

**ESTRESSE MINERAL INDUZIDO POR FERTILIZANTES POTÁSSICOS EM  
PLANTAS DE BERINJELA (*Solanum melogena* L.) E SEU EFEITO SOBRE  
PARÂMETROS AGRÔNOMICOS E METABÓLICOS**

**DOUGLAS JOSÉ MARQUES**

**Engenheiro Agrônomo**

Orientador: Prof. Dr. Fernando Broetto

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia – Área de Concentração em  
Horticultura.

**BOTUCATU - SP**

Fevereiro - 2009

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

M357e Marques, Douglas José, 1980-  
Estresse mineral induzido por fertilizantes potássicos em plantas de berinjela (*Solanum melogena* L.) e seu efeito sobre parâmetros agronômicos e metabólicos / Douglas José Marques. - Botucatu : [s.n.], 2009.  
xix, 145 f. : il. color., gráfs., tabs.

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

1. Catalase. 2. Condutividade elétrica. 3. Potássio. 4. Prolina. 5. Superoxido desmutase. 6. Berinjela. I. Broetto, Fernando. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

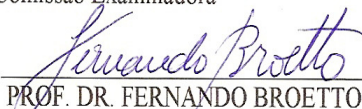
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

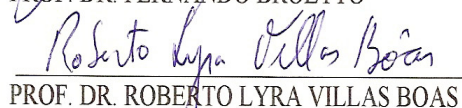
TÍTULO: "ESTRESSE MINERAL INDUZIDO POR FERTILIZANTES POTÁSSICOS  
EM PLANTAS DE BERINJELA (*Solanum melogena* L.) E SEU EFEITO  
SOBRE PARÂMETROS AGRONÔMICOS E METABÓLICOS"

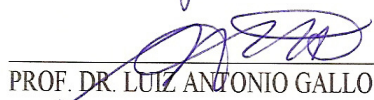
ALUNO: DOUGLAS JOSÉ MARQUES

ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO BROETTO

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. FERNANDO BROETTO

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

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. LUIZ ANTONIO GALLO

Data da Realização: 10 de Fevereiro de 2009.

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a Deus por encaminhar pessoas que acrescentaram em minha formação e pela oportunidade de realizar mais esta etapa de minha vida em especial pela intercessão de Santa*

*Terezinha do Menino Jesus,*

*“Pedi que Deus me mostrasse à alegria ele me apresentou a agronomia e direcionou para a pesquisa e extensão agrícola, dizendo trabalhe pela terra e verá novos horizontes”.*

*Aos meus pais Geraldo e Luiza, pela educação, carinho e dedicação, aos meus queridos irmãos Cíntia, Fabiane e Kleber.*

*A minha namorada Samantha que sempre esteve comigo em todos os momentos, me aconselhando com palavras de amor, alegria e seu sorriso cativante.*

*A minha segunda família os Madureira, aos queridos João Aquino, Nilda e Marinilda que sempre me receberam com tanto amor e carinho.*

*In memória de minhas avós Tereza Hortência e Elisa.*

*Ao meu tio Rosário.*

*A todos que me incentivaram e apoiaram durante a execução deste trabalho, em especial:*

*Ao meu orientador da graduação:*

*Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva que com seus ensinamentos, orientação e competência metódica me cativou e ajudou na formação do cidadão, profissional, onde me espelho com valores únicos de amizade.*

*Ao meu orientador:*

*Prof. Dr. Fernando Broetto, que me recebeu, direcionou, confiou em meu trabalho pela orientação, dedicação constante, sempre muito atencioso, detalhista e competente na execução do trabalho. Em especial pelos conselhos, amizade acrescentado na formação do profissional.*

*A CAPES, pela bolsa concedida que proporcionou a realização deste projeto.*

*Aos professores:*

*Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso*

*Dr. Antônio Evaldo Klar*

*Dr. Luiz Antonio Gallo*

*Dr. Roberto Lyra Villas Bôas*

*Dr. Romy Goto*

*pelos conselhos e orientação.*

*Aos funcionários:*

*Adilson, do Dept° de Recursos Naturais – Ciência do Solo*

*Edivaldo, do Dept° de Produção Vegetal – Horticultura*

*Gilberto, do Dept° de Engenharia Rural – Irrigação e Drenagem*

*Janaína Celoto Guerrero – Bibliotecária - UNESP – FCA*

*Pedrinho, do Dept° de Engenharia Rural – Irrigação e Drenagem*

*pela colaboração e gentileza.*

*Aos colegas:*

*A todos os colegas que conheci durante minha caminhada no mestrado em especial aos colegas de republica “Zona Azul”, pós-graduação, funcionários, colegas da cidade de Alfenas-MG e Botucatu-SP*

*pela oportunidade de levar um pouco deles e deixar um pouco de mim.*

## SUMÁRIO

|                                                                                                        | Página    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| LISTA DE FIGURAS-----                                                                                  | VIII      |
| LISTA DE TABELAS-----                                                                                  | XII       |
| RESUMO-----                                                                                            | XVIII     |
| SUMMARY-----                                                                                           | XX        |
| <b>1 INTRODUÇÃO-----</b>                                                                               | <b>1</b>  |
| <b>2 OBJETIVO-----</b>                                                                                 | <b>3</b>  |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA-----</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| 3. 1 Importância econômica da cultura da berinjela-----                                                | 4         |
| 3. 2 Origem e botânica-----                                                                            | 5         |
| 3. 3 Exigências nutricionais-----                                                                      | 7         |
| 3. 4 Potássio no solo-----                                                                             | 8         |
| 3. 5 Potássio na planta-----                                                                           | 9         |
| 3. 6 Matéria orgânica-----                                                                             | 11        |
| 3. 7 Problemas de salinização no solo e seus efeitos nas plantas-----                                  | 11        |
| 3. 8 Efeito da salinidade sobre o metabolismo vegetal-----                                             | 14        |
| 3. 9 Acúmulo de L-prolina em tecidos vegetais-----                                                     | 18        |
| 3. 10 Atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD; EC 1.15.1.1) e catalase (CAT; EC 1.11.1.6)----- | 19        |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS-----</b>                                                                       | <b>21</b> |
| 4. 1 Localização e instalação do experimento-----                                                      | 21        |
| 4. 2 Cultura da berinjela ( <i>Solanum melongena</i> L.)-----                                          | 22        |
| 4. 3 Descrição da área experimental-----                                                               | 22        |
| 4. 4 Delineamento experimental-----                                                                    | 23        |
| 4. 5 Análise química do solo e adubação básica-----                                                    | 23        |
| 4. 6 Condução das plantas e tratamentos culturais-----                                                 | 25        |
| 4. 7 Monitoramento ambiental e tensão da água no solo-----                                             | 26        |
| 4. 8 Manejo da irrigação-----                                                                          | 27        |
| 4. 9 Variáveis avaliadas-----                                                                          | 28        |

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4. 9. 1 Variáveis relacionadas ao solo-----                                           | 28        |
| 4. 9. 1. 2 Condutividade elétrica (C.E.)-----                                         | 28        |
| 4. 9. 1. 3 Curva de salinização dos adubos utilizados-----                            | 29        |
| 4. 10 Avaliações biométricas-----                                                     | 30        |
| 4. 10. 1 Altura de plantas-----                                                       | 30        |
| 4. 10. 2 Altura da primeira bifurcação-----                                           | 31        |
| 4. 10. 3 Número de folhas-----                                                        | 31        |
| 4. 10. 4 Número de flores -----                                                       | 31        |
| 4. 10. 5 Número de flores abortadas-----                                              | 32        |
| 4. 10. 6 Produção-----                                                                | 32        |
| 4. 10. 7 Frutos descartados-----                                                      | 32        |
| 4. 10. 8 Frutos abortados-----                                                        | 32        |
| 4. 10. 9 Análise de massa de matéria seca (MMS)-----                                  | 33        |
| 4. 11 Análises químicas e bioquímicas-----                                            | 33        |
| 4. 11. 1 Análise química dos nutrientes da planta-----                                | 33        |
| 4. 11. 2 Análise de pigmentos-----                                                    | 33        |
| 4. 11. 3 Coleta e armazenamento do material vegetal para análises<br>bioquímicas----- | 34        |
| 4. 11. 4 Processamento do material vegetal para obtenção do extrato<br>bruto-----     | 34        |
| 4. 11. 5 Determinação do teor de proteína solúvel total-----                          | 35        |
| 4. 11. 6 Teor de L-Prolina-----                                                       | 35        |
| 4. 11. 7 Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD; EC 1.15.1.1)                  | 35        |
| 4. 11. 8 Atividade da enzima catalase (CAT; EC 1.11.1.6)-----                         | 36        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO-----</b>                                                  | <b>37</b> |
| 5. 1 Característica hídrica do solo e manejo da irrigação-----                        | 37        |
| 5. 2 Monitoramento ambiental da casa de vegetação-----                                | 40        |
| 5. 3 Variáveis relacionadas ao solo-----                                              | 43        |
| 5. 3. 1 Condutividade elétrica-----                                                   | 43        |
| 5. 4 Variáveis relacionadas à cultura-----                                            | 48        |

|                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5. 4. 1 Altura das plantas-----                                                      | 48         |
| 5. 4. 2 Altura da primeira bifurcação-----                                           | 50         |
| 5. 4. 3 Número de folhas-----                                                        | 52         |
| 5. 4. 4 Número de flores-----                                                        | 56         |
| 5. 4. 5 Número de flores abortadas-----                                              | 60         |
| 5. 4. 6 Produção de frutos-----                                                      | 64         |
| 5. 4. 7 Frutos descartados-----                                                      | 66         |
| 5. 4. 8 Frutos abortados-----                                                        | 69         |
| 5. 4. 9 Massa de frutos-----                                                         | 70         |
| 5. 4. 10 Comprimento do fruto-----                                                   | 72         |
| 5. 4. 11 Diâmetro do fruto-----                                                      | 73         |
| 5. 4. 12 Volume de raiz-----                                                         | 75         |
| 5. 4. 13 Massa matéria seca raiz (MMSR)-----                                         | 77         |
| 5. 4. 14 Massa matéria seca (caule+folhas) (MMSPA)-----                              | 81         |
| 5. 4. 15 Massa de matéria seca dos frutos (MMSF)-----                                | 84         |
| <b>6 PARÂMETROS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS-----</b>                                      | <b>87</b>  |
| 6. 1 Análise química da concentração de nutrientes em raiz, parte aérea e fruto----- | 87         |
| 6. 1. 1 Análise química da concentração de elementos minerais na raiz-----           | 87         |
| 6. 1. 2 Análise química da concentração de elementos minerais na parte aérea-----    | 94         |
| 6. 1. 3 Análise química da concentração de elementos minerais nos frutos             | 102        |
| 6. 2 Teor de pigmentos-----                                                          | 107        |
| 6. 3 Proteína solúvel total-----                                                     | 112        |
| 6. 4 Teor de L-Prolina-----                                                          | 115        |
| 6. 5 Atividade da enzima superóxido dismutase-----                                   | 118        |
| 6. 6 Atividade da enzima catalase-----                                               | 121        |
| <b>7 CONCLUSÕES-----</b>                                                             | <b>125</b> |
| <b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----</b>                                             | <b>126</b> |

## LISTA DE FIGURAS

| Figura |                                                                                                                                                                                                                         | Página |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1      | Foto da casa de vegetação onde o experimento foi instalado e conduzido o experimento-----                                                                                                                               | 22     |
| 2      | Desenvolvimento das plantas de berinjela variedade Embu durante o período experimental (A 45 DAT), (B 60 DAT) e (C 100 DAT)---                                                                                          | 26     |
| 3      | Tensímetros e tensiômetros instalados no experimento (A e B)-----                                                                                                                                                       | 27     |
| 4      | Coleta da solução do solo através de extrator (A e B)-----                                                                                                                                                              | 29     |
| 5      | Materiais utilizados para a determinação da curva de salinização pelo método de pasta saturada-----                                                                                                                     | 30     |
| 6      | Curva de retenção da água no solo-----                                                                                                                                                                                  | 38     |
| 7      | Leituras da tensão de água no solo com auxílio de tensímetro (A) e através de tensiômetro (B), durante o período do experimento-----                                                                                    | 39     |
| 8      | Valores da temperatura mínima, máxima e média registrada durante o período (DAT) da condução do experimento-----                                                                                                        | 41     |
| 9      | Radiação solar medida na casa-de-vegetação ( $\mu\text{mol s}^{-2} \text{ m}^{-2}$ ) em três horários diários durante o período de condução do experimento-----                                                         | 42     |
| 10     | Leitura da evaporação (A) e evaporação de superfície de água livre do tanque classe A (B), instalado na casa de vegetação, durante período experimental-----                                                            | 43     |
| 11     | Curva de salinização do solo utilizado no experimento (LVE -LEd), através do método de pasta saturada em função de doses crescentes de sulfato de potássio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) e cloreto de potássio (KCl)----- | 44     |
| 12     | Valor médio de C.E. coletado através de extrator de solução do solo, em função de fontes e doses de potássio, durante o desenvolvimento da cultura da berinjela-----                                                    | 46     |
| 13     | Condutividade elétrica corrigida em função dos tratamentos e doses crescentes de potássio durante o experimento-----                                                                                                    | 47     |
| 14     | Altura das plantas avaliadas quinzenalmente em função de fontes,                                                                                                                                                        |        |

|    |                                                                                                                         |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    | doses de potássio e épocas-----                                                                                         | 50 |
| 15 | Altura da primeira bifurcação em função de fontes e doses de potássio-----                                              | 51 |
| 16 | Número de folhas em função de fontes e doses de potássio-----                                                           | 54 |
| 17 | Sintomas do excesso de K em plantas de berinjela: queimadura da borda das folhas (A) e deformação de frutos (B)-----    | 54 |
| 18 | Número de folhas durante o período experimental em função de época de coleta, fonte e doses crescentes de potássio----- | 56 |
| 19 | Número de flores em função de fontes e doses de potássio-----                                                           | 58 |
| 20 | Número de flores em plantas de berinjela em função de fontes e doses potássio-----                                      | 60 |
| 21 | Número de flores abortadas em função das doses e fontes potássicas                                                      | 62 |
| 22 | Número de flores abortadas em função de fontes e doses de potássio                                                      | 63 |
| 23 | Flores abortadas de berinjela-----                                                                                      | 64 |
| 24 | Número de frutos em função de fontes e doses de potássio-----                                                           | 66 |
| 25 | Número de frutos descartados em função de fontes e doses de potássio-----                                               | 68 |
| 26 | Frutos de berinjela descartados em função da cor e tamanho (A e B)-----                                                 | 68 |
| 27 | Frutos abortados em função de fontes e doses de potássio-----                                                           | 70 |
| 28 | Massa de frutos em função de fontes e doses de potássio-----                                                            | 71 |
| 29 | Comprimento de frutos em função de doses e fontes de potássio-----                                                      | 73 |
| 30 | Diâmetro do fruto em função de doses e fontes de potássio-----                                                          | 75 |
| 31 | Volume de raiz em função de doses e fontes de potássio-----                                                             | 76 |
| 32 | Sistema radicular de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio-----                                  | 77 |
| 33 | Massa de matéria seca das raízes em função de doses e fontes de potássio, Figura A (50 DAT) e Figura B (120 DAT)-----   | 79 |
| 34 | Massa de matéria seca das raízes em função de doses e fontes de potássio, Figura A (50 DAT) e Figura B (120 DAT)-----   | 80 |

|    |                                                                                                                                         |     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 35 | Massa de matéria seca da parte aérea (caule+folhas) em função de doses e fontes de potássio, aos (50 DAT)-----                          | 83  |
| 36 | Massa de matéria seca da parte aérea (caule+folha) em função de doses e fontes de potássio, aos (120 DAT)-----                          | 84  |
| 37 | Massa de matéria seca dos frutos em função de fontes e doses de potássio-----                                                           | 86  |
| 38 | Concentração de macro e micronutriente nas raízes de plantas de berinjela aos 50 e 120 DAT-----                                         | 94  |
| 39 | Concentração de macro e micronutriente na parte aérea de plantas de berinjela aos 50 e 120 DAT-----                                     | 101 |
| 40 | Concentração de macro e micronutriente nos frutos de berinjela aos 50 e 120 DAT-----                                                    | 106 |
| 41 | Teor de pigmentos (clorofila <i>a</i> ) em função de fontes e doses de potássio-----                                                    | 108 |
| 42 | Teor de pigmentos (clorofila <i>b</i> ) em função de fontes e doses de potássio-----                                                    | 110 |
| 43 | Teor de pigmentos (clorofila <i>a</i> e <i>b</i> ) durante o período experimental em função de épocas, fontes e doses de potássio-----  | 112 |
| 44 | Concentração de proteína solúvel total em função de doses e fontes de potássio-----                                                     | 114 |
| 45 | Concentração de proteína solúvel total ( $\mu\text{g g}^{-1}$ MMF) durante o período experimental-----                                  | 115 |
| 46 | Concentração de L-prolina ( $\text{nmol g}^{-1}$ MMF) durante o período experimental-----                                               | 117 |
| 47 | Concentração de prolina ( $\text{nmol g}^{-1}$ MMF) durante o período experimental-----                                                 | 118 |
| 48 | Atividade da enzima superóxido dismutase ( $\text{UI } \mu\text{g}^{-1}$ de proteína) em função das doses de $\text{K}_2\text{O}$ ----- | 120 |
| 49 | Atividade da enzima superóxido dismutase ( $\text{UI } \mu\text{g}^{-1}$ de proteína) em função do tempo de cultivo-----                | 121 |

|    |                                                                                              |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 50 | Atividade da enzima catalase em função de doses e fontes de potássio-----                    | 123 |
| 51 | Atividade da enzima catalase em função de doses, fontes de potássio e épocas de coletas----- | 124 |

## LISTA DE TABELAS

| Tabela |                                                                                                                                   | Página |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1      | Quantidade total de KCl e K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> utilizados para salinização do solo, conforme o tratamento proposto----- | 23     |
| 2      | Características químicas do solo antes da adubação de base-----                                                                   | 24     |
| 3      | Controle de pragas realizado no experimento-----                                                                                  | 25     |
| 4      | Análise de variância da condutividade elétrica em função de fontes e doses de potássio-----                                       | 44     |
| 5      | Média da condutividade elétrica em dS m <sup>-1</sup> (n=5) em função de fontes e doses potássio-----                             | 45     |
| 6      | Altura de plantas (cm) em função das fontes e doses de potássio---                                                                | 49     |
| 7      | Análise de variância para altura da primeira bifurcação em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                   | 50     |
| 8      | Média da altura da primeira bifurcação (cm) em função de fontes e doses de potássio-----                                          | 51     |
| 9      | Altura da primeira bifurcação em função de fontes, doses de potássio e épocas-----                                                | 52     |
| 10     | Análise de variância para número de folhas em função de fontes e doses crescente de potássio-----                                 | 53     |
| 11     | Média do número de folhas em função de fontes e doses de potássio-----                                                            | 53     |
| 12     | Média do número de folhas durante o experimento em função das coletas, fontes e doses de potássio-----                            | 55     |
| 13     | Análise de variância para o número de flores em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                              | 57     |
| 14     | Média do número de flores em função das fontes e doses de potássio-----                                                           | 57     |
| 15     | Número de flores em função das fontes, doses de potássio e épocas                                                                 |        |

|    |                                                                                                                       |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    | de coletas-----                                                                                                       | 58 |
| 16 | Análise de variância para o número de flores abortadas em função de fontes e doses crescentes de potássio-----        | 61 |
| 17 | Média do número de flores abortadas em função das fontes e doses de potássio-----                                     | 61 |
| 18 | Média do número de flores abortadas em função de fontes, doses de potássio e épocas de coletas-----                   | 62 |
| 19 | Análise de variância para o número de frutos em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                  | 64 |
| 20 | Média do número de frutos em função de fontes e doses de potássio-----                                                | 65 |
| 21 | Análise de variância para frutos descartados em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                  | 66 |
| 22 | Média do número de frutos descartados em função de fontes e doses de potássio-----                                    | 67 |
| 23 | Análise de variância para número de frutos abortados em função de fontes e doses crescentes de potássio-----          | 69 |
| 24 | Média do número de frutos abortados em função de fontes e doses de potássio-----                                      | 69 |
| 25 | Análise de variância para massa dos frutos (g) em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                | 70 |
| 26 | Média da massa de frutos (g) em função de fontes e doses de potássio-----                                             | 71 |
| 27 | Análise de variância para comprimento de fruto de frutos (cm) em função de fontes e doses crescentes de potássio----- | 72 |
| 28 | Média do comprimento do fruto (cm) em função de fontes e doses de potássio-----                                       | 73 |
| 29 | Análise de variância para diâmetro do fruto (mm) em função de fontes e doses crescentes de potássio-----              | 74 |
| 30 | Média do diâmetro do fruto (mm) em função de fontes e doses de                                                        |    |

|    |                                                                                                                                                                 |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    | potássio-----                                                                                                                                                   | 74 |
| 31 | Análise de variância para volume de raízes (mL) em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                                                         | 75 |
| 32 | Média do volume de raízes (mL) em função de fontes e doses de potássio-----                                                                                     | 76 |
| 33 | Análise de variância para média de massa matéria seca raiz (g), coletado aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio-----                                | 78 |
| 34 | Análise de variância para média de matéria seca raiz (g), coletado aos 120 DAT em função de fontes e doses de potássio-----                                     | 78 |
| 35 | Média da massa matéria seca da raiz (g), coletada aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio-----                                                       | 80 |
| 36 | Média da massa matéria seca raiz (g), coletado aos 120 DAT em função de fontes e doses de potássio-----                                                         | 80 |
| 37 | Análise de variância para massa matéria seca parte aérea (g), coletada aos 50 DAT em função das fontes e doses potássio-----                                    | 81 |
| 38 | Análise de variância para massa de matéria seca parte aérea (g) em função de fontes e doses potássio-----                                                       | 81 |
| 39 | Média da massa seca parte aérea (g), coletado aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio-----                                                           | 82 |
| 40 | Média da massa seca parte aérea (g) em função de fontes e doses de potássio aos 120 DAT-----                                                                    | 83 |
| 41 | Análise de variância para massa matéria seca do fruto (g) em função de fontes e doses crescentes de potássio-----                                               | 85 |
| 42 | Média da massa matéria seca do fruto (g) em função das fontes e doses de potássio-----                                                                          | 86 |
| 43 | Análise de variância para a concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela coletado aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio----- | 88 |
| 44 | Análise de variância para a concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de                                   |    |

|    |                                                                                                                                                                      |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    | potássio aos 120 DAT-----                                                                                                                                            | 89  |
| 45 | Análise de variância para a concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio-----                          | 90  |
| 46 | Análise de variância para a concentração de micronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio aos 50 DAT-----               | 91  |
| 47 | Análise de variância para a concentração de micronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio aos 120 DAT-----              | 91  |
| 48 | Média da concentração de micronutrientes nas raízes de plantas de berinjela-----                                                                                     | 92  |
| 49 | Análise de variância para a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 50 DAT-----  | 95  |
| 50 | Análise de variância para a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 120 DAT----- | 95  |
| 51 | Média da concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela-----                                                                                 | 96  |
| 52 | Análise de variância para a concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 50 DAT-----  | 97  |
| 53 | Análise de variância para a concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 120 DAT----- | 98  |
| 54 | Média da concentração de micronutrientes na parte aérea das plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio-----                                        | 99  |
| 55 | Análise de variância para a concentração de macronutrientes em frutos em função de fontes e doses de potássio-----                                                   | 102 |

|    |                                                                                                                                  |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 56 | Média da concentração dos macronutrientes nos frutos de berinjela                                                                | 103 |
| 57 | Análise de variância para a concentração de micronutrientes em frutos de berinjela em função de fontes e doses de potássio-----  | 104 |
| 58 | Média da concentração de micronutrientes em frutos de berinjela--                                                                | 104 |
| 59 | Análise de variância do teor de clorofila <i>a</i> em função de fontes e doses de potássio-----                                  | 107 |
| 60 | Média do teor de clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g cm}^2$ ) em função das fontes e doses de potássio-----                         | 108 |
| 61 | Média do teor de clorofila <i>b</i> ( $\mu\text{g cm}^2$ ) em função de fontes e doses de potássio-----                          | 109 |
| 62 | Média do teor de clorofila <i>b</i> ( $\mu\text{g cm}^2$ ) em função de fontes e doses de potássio-----                          | 109 |
| 63 | Média da análise de pigmentos clorofila <i>a</i> e <i>b</i> ( $\mu\text{g cm}^2$ ) em função das fontes e doses de potássio----- | 110 |
| 64 | Análise de variância para proteína solúvel total em função das fontes e doses crescentes de potássio-----                        | 112 |
| 65 | Média da concentração de proteína solúvel total ( $\mu\text{g g MMF}$ ) em função das fontes e doses de potássio-----            | 113 |
| 66 | Média da análise da concentração de proteína solúvel total ( $\mu\text{g g MMF}$ ) em função das fontes e doses de potássio----- | 114 |
| 67 | Análise de variância para teor de L-prolina em função das fontes e doses crescentes de potássio-----                             | 115 |
| 68 | Média do teor de prolina ( $\text{nmol g}^{-1} \text{ MMF}$ ) em função das fontes e doses de potássio-----                      | 116 |
| 69 | Média do teor de prolina ( $\text{nmol g}^{-1} \text{ MMF}$ ) em função das fontes e doses de potássio-----                      | 117 |
| 70 | Análise de variância para atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em função de fontes e doses crescentes de potássio----- | 118 |
| 71 | Média da atividade SOD em ( $\text{UI } \mu\text{g}^{-1}$ de proteína) em função das                                             |     |

|    |                                                                                                                                             |     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    | fontes e doses de potássio-----                                                                                                             | 119 |
| 72 | Média da atividade da SOD em (UI g <sup>-1</sup> de proteína) em épocas de coletas diferentes em função das fontes e doses de potássio----- | 120 |
| 73 | Análise de variância para atividade da catalase (mKat mg Prot <sup>-1</sup> ) em função de fontes e de potássio-----                        | 122 |
| 74 | Média da atividade da catalase (mKat mg <sup>-1</sup> de proteína) em função das fontes e doses de potássio-----                            | 122 |
| 75 | Média da atividade da catalase (mKat mg Prot <sup>-1</sup> ) em função das fontes e doses de potássio e épocas de coletas-----              | 124 |

## RESUMO

A cultura da berinjela vem se destacando muito, principalmente na Europa, Estados Unidos e também no Brasil, com aumento da demanda por hortaliças. Dentre os fertilizantes potássios mais utilizados no Brasil, o cloreto de potássio, é responsável por 95% do consumo. Entre os fatores que afetam a resposta à adubação potássica, destacam-se salinidade e acidez do solo. O experimento foi dividido em duas fases, sendo a primeira desenvolvida no Departamento de Produção Vegetal – Horticultura – UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. A segunda fase, compreendendo as análises bioquímicas, foram conduzidas no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências - UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. Utilizou-se a variedade de berinjela denominada de Embu, adotando-se delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com cinco repetições, com duas fontes de potássio (cloreto e sulfato de potássio) e quatro doses crescentes dos fertilizantes (250, 500, 750 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>). Observou-se que as plantas cultivadas com doses elevadas de ambas as fontes potássicas, induziram maior atividade das enzimas superóxido dismutase e catalase, além do aumento da concentração de L-prolina. Estas alterações indicam que estes parâmetros podem ser adotados como indicadores de

estresse mineral na cultura da berinjela. Além dos fatores bioquímicos, observou-se que as variações das fontes potássicas influenciaram nos parâmetros biométricos e agronômicos da berinjela, notadamente quando aplicados em excesso. Avaliando-se os resultados do experimento, concluiu-se que a fonte KCl apresentou efeito salino superior, quando comparado com a fonte  $K_2SO_4$  baseado no efeito mais pronunciado deste adubo, para os parâmetros avaliados. Para ambas as fontes potássicas aplicadas, observou-se que o excesso de potássio afetou os parâmetros biométricos, produção e atividade enzimática das plantas.

**Palavras chaves:** Catalase, condutividade elétrica, estresse mineral, potássio, prolina, produção, superóxido dismutase, *Solanum melongena* L

**SALT STRESS INDUCED BY POTASSIUM FERTILIZERS IN EGGPLANTS  
(*Solanum melogena* L.) AND THEIR EFFECT ON AGRONOMICAL AND  
METABOLIC PARAMETERS.** Botucatu, 2009. 169 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia / Horticultura) – Faculdade de Ciências  
Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: DOUGLAS JOSÉ MARQUES

Advisor: FERNANDO BROETTO

**SUMMARY**

Eggplant cultivation has extensively developed, mainly in Europe, United States and Brazil due to the increase in the demand for vegetables. Of the potassium fertilizers most frequently used in Brazil, potassium chloride satisfies 95% of the needs. Among the factors affecting the response to potassium fertilization are soil salinity and acidity. This experiment was divided into two steps: the first was conducted in the facilities of the Department of Plant Production, Horticulture, São Paulo State University – UNESP, Botucatu Campus, São Paulo State, Brazil. The second step which consisted of biochemical analyses was carried out in the Department of Chemistry and Biochemistry, Institute of Biosciences, UNESP, Botucatu Campus. The eggplant variety Embu was used, and the experimental design was in randomized blocks, 2 x 4 factorial arrangement, with five replicates, including 2 potassium sources (potassium chloride and sulfate) and four increasing doses of the fertilizers (250, 500, 750, and 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>). Elevated doses of both potassium sources led to higher activity of the enzymes superoxide dismutase and catalase in plants, as well as to an increasing L-proline concentration. Based on such alterations, those parameters can be used as indicators of mineral stress in eggplant culture. Besides biochemical factors, biometric and agronomical parameters were also influenced by variations in the potassium sources, mainly when applied in excess. The present experiment demonstrated that KCl source had higher saline effect, compared with K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> source, considering the higher effect of the former on the evaluated

parameters. As regards both potassium sources, the excess of potassium affected biometric parameters, yield and enzymatic activity.

---

Keywords: Catalase, electrical conductivity, mineral stress, potassium, proline, *Solanum melogena* L., superoxide dismutase, yield.

## **1 INTRODUÇÃO**

A maioria das oleráceas evoluíram em condições de baixa salinidade de solo. Os mecanismos que elas desenvolveram para absorver, transportar e utilizar nutrientes minerais de substratos não salinos podem não operar efetivamente bem em condições de salinidade. Desequilíbrios podem ser o resultado do efeito de salinidade do nutriente, competindo no transporte ou pode ser causado por inativação fisiológica de um determinado nutriente essencial aumentando a exigência interna da planta para aquele elemento essencial. Acredita-se que dois ou mais destes processos pode acontecer no mesmo momento, mas que podem afetar o rendimento da colheita, dependendo do nível de salinidade, composição de sais, nutrientes.

O KCl é o fertilizante mais utilizado no Brasil, supre 95% das necessidades. No entanto em condições de cultivo protegido ocorre o contrário, ou seja, a manutenção de sais no solo tem promovido aumento na salinidade. Dependendo da dose e do modo de distribuição do potássio no solo pode ocorrer problemas de germinação e desenvolvimento do sistema radicular pelo efeito salino. O controle da concentração de fertilizantes, em sistema de fertirrigação, vem sendo amplamente estudado. Contudo existem

grandes problemas referentes ao manejo inadequado desta técnica, trazendo prejuízos fisiológicos às plantas, com reflexo negativo na produtividade.

A prolina é um aminoácido que tem a função de proteger as células do efeito do estresse salino. Atualmente este aminoácido tem sido usado como indicador de estresse em plantas. Em varias espécies de vegetais observou-se à atividade das enzimas superóxido dismutase e catalase em resposta a fatores estressantes.

Sendo assim o efeito da salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas é discutido por pesquisadores, principalmente dos países que apresentam regiões áridas e semi-áridas, em função dos problemas socioeconômicos por ela causados.

## **2 OBJETIVO**

O experimento proposto teve como objetivo geral o estudo do efeito de doses crescentes de fertilizantes potássicos (cloreto de potássio e sulfato de potássio) sobre variáveis agronômicas e bioquímicas desenvolvida em ambiente protegido. Especificamente, avaliou a capacidade de resposta de plantas de berinjela à salinização causada pelo excesso de nutrientes e suas conseqüências sobre a produção, atividade da superóxido dismutase e catalase e a concentração de prolina utilizada como indicador de estresse salino.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3. 1 Importância econômica da cultura da berinjela**

Nos últimos anos, o cultivo da berinjela vem se desenvolvendo muito, principalmente na Europa e nos Estados Unidos tendo em vista que seus frutos são muito nutritivos e saborosos. Em Israel, sua produtividade média alcançou 42,698 kg ha<sup>-1</sup>, valor bem acima daquele atingido na China (16,257 kg ha<sup>-1</sup>) e na América do Sul (13,061 kg ha<sup>-1</sup>) segundo dados da FAO (1993), e ainda, no Brasil 25,981 kg ha<sup>-1</sup>, sendo os Estados de São Paulo e do Rio de Janeiro os dois maiores produtores (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1985).

A produção no Estado de SP está distribuída em diferentes regiões como Presidente Prudente, Campinas, Sorocaba, Ribeirão Preto, Mogi das Cruzes e Ourinhos. Os principais municípios produtores são Campinas (6,4%), Aguaí e São José do Rio Pardo (5,5%), Monte Alto (5,4%), Elias Fausto, Itapeverica da Serra (4,9%) e Álvares Machado (4,1%). Segundo informações do (AGRIANUAL, 2008) foi comercializado 24,521 toneladas,

sendo que em 2007 as exportações dos frutos de berinjela foram de aproximadamente 3,749 toneladas.

O mercado consumidor brasileiro tem se tornado cada vez mais exigente quanto à qualidade do produto e preço, o que tem levado os produtores de oleráceas à utilização de cultivares e híbridos de alta produtividade e qualidade de frutos. A berinjela apresenta oferta e preço relativamente estável ao longo do ano, mesmo sendo uma espécie termófila, a qual necessita alta temperatura para o seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (SOUSA et al., 1997).

A berinjela é uma hortaliça onde seu fruto tem despertado o interesse por parte do consumidor e do olericultor. Além de ser uma fonte de vitaminas e minerais e possuir uma grande versatilidade culinária, existem evidências que apontam-na como um alimento funcional capaz de reduzir o colesterol no organismo humano.

### 3. 2 Origem e botânica

A berinjela, botanicamente classificada como *Solanum melongena* L., pertencente à família *Solanaceae*. A Planta é arbustiva, com caule do tipo semilenhoso e ereto, podendo atingir 1,0 a 1,8 m de altura. A intensa formação de ramos laterais confere à planta o aspecto de arbusto bem copado. O sistema radicular pode atingir profundidades superiores a 1,0 m. As folhas são simples, com limbo foliar de formato ovado ou oblongo-ovado, e densa pilosidade (RIBEIRO et al., 1983).

O gênero *Solanum* é bastante amplo, distribuindo-se principalmente no continente americano. Há cerca de 22 espécies nativas da Índia, entre as quais um grupo de cinco espécies relacionadas entre si, espiculosas e diplóides com  $2n=2x=24$ : *S. melongena*, *S. coagulans* (=syn. *S. incanum*), *S. xanthocarpum*, *S. indicum* e *S. maccanii* (CHOUDHURY, 1976). A berinjela *S. melongena* pode produzir híbridos férteis com *S. incanum*, que é, entre as citadas, a que mais proximamente lhe é relacionada.

O cultivo da berinjela na Índia data de milênios. Neste país, há formas selvagens de *S. melongena*, que se apresentam como arbustos espinhosos e com frutos

amargos (BHADURI, 1951). Com base nos estudos da distribuição da variabilidade, Vavilov (1928), considerou a Índia como sendo o centro de origem da cultura, mas relatou que também um centro secundário de diversidade na China, onde foi introduzida no século V antes de Cristo.

A espécie *S. melongena* tem flores perfeitas, autocompatível e predominantemente autógama, ou mais propriamente, uma espécie do grupo intermediário entre autógamas e alógamas. É considerada planta anual nas zonas temperada e perene nas zonas tropicais, com crescimento indeterminado. O formato dos frutos vai do ovalado ao alongado, este predominando nos cultivares orientais. Na maior parte dos cultivares, a coloração dos frutos imaturos vai do púrpura a púrpura escuro, mas há cultivares com frutos brancos, verdes e amarelos.

As flores de berinjela são normalmente autopolinizadas, no entanto, algum cruzamento pode ocorrer dependendo da população de insetos polinizadores. A percentagem de polinização cruzada em berinjela é variável, Ikuta (1969), de 0,2% a 46,8%, com uma média geral de 6,75%.

A berinjela é uma cultura de clima tropicais ou subtropicais, sensíveis ao frio e às geadas. A temperatura diurna ótima para o desenvolvimento e produção de frutos está entre 25 e 30° C, e a noturna entre 20 e 27 ° C. A termoperiodicidade, tal como ocorre em outras solanáceas cultivadas, com temperaturas noturnas inferiores às diurnas, favorece a produção de frutos (diferença de 6-8°C) (FILGUEIRA, 1982). Em temperaturas abaixo de 15°C, seu desenvolvimento é lento e as anormalidades na formação de pólen aumentam.

Do ponto de vista do melhoramento vegetal, a berinjela é uma das plantas oleráceas onde o vigor de híbrido (heterose) vem sendo explorado economicamente há mais tempo que nas demais culturas. A existência de acentuado grau de heterose em berinjela é desde há muito amplamente documentada na literatura mundial (IKUTA, 1969; PAL e RAMANUJAM, 1944; PAL e SINGH, 1946; ODLAND e NOLL, 1948) e brasileira (IKUTA, 1969; IKUTA, 1961).

A coloração dos frutos maduros depende em parte da coloração quando imaturos: assim, frutos imaturos nas diversas tonalidades de púrpura adquirem tonalidades do castanho; frutos verdes ou brancos quando imaturos adquirem tonalidade amarela (MALUF, 1994).

A berinjela (*Solanum melongena* L.) representa boa fonte de sais minerais e vitaminas e possui propriedades medicinais (BERNARDI, 1968), possuindo sistema radicular forte e profundo. O seu ciclo vegetativo varia de 100 a 125 dias, dependendo da variedade e da época de cultivo. Como planta subtropical, necessita de temperaturas elevadas ao longo do ciclo. Tanto para o seu desenvolvimento como para a floração e amadurecimento, exige bastante luminosidade. Os solos excessivamente úmidos prejudicam a berinjela, sobretudo nas primeiras fases do desenvolvimento, por provocarem deficiência de oxigênio para as raízes (CERMEÑO, 1977). A produtividade é variável, indo em geral de 40 a 70 toneladas de frutos comerciáveis por hectare. A comercialização é feita em caixas tipo K, que comportam em geral de 13 a 16 kg<sup>-1</sup> de frutos.

### 3. 3 Exigências nutricionais

Em solos do estado de São Paulo, principal produtor e consumidor de berinjela do país, recomenda-se que a adubação de plantio seja feita com 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 160 a 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 a 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 0 a 3 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, suplementada com 1 kg ha<sup>-1</sup> de boro e de 10-30 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre. A utilização de matéria orgânica deve ser feita também por ocasião do plantio, na razão de 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco de curral. A adubação de cobertura deve ser feita utilizando 80 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 a 120 de kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O parcelado segundo Raij et al., (1996).

O solo mais adequado para a cultura é o de textura média, com pH da solução entre 5,5 a 6,8 com certa tolerância a acidez comparada a outras solanáceas. Em solos mais ácidos a cultura exige calagem até a saturação por bases de 70%, inclusive por serem elevadas as suas exigências em cálcio e magnésio (FILGUEIRA, 1982).

Um aspecto a ser considerado é o conhecimento prévio do nível de nutrientes no solo, as exigências nutricionais da planta e as prováveis complementações nutricionais, visando à obtenção de um adequado equilíbrio nutricional.

### 3. 4 Potássio no solo

Para nossas condições de solos altamente intemperizados, pode-se considerar quase nula a contribuição do intemperismo como fornecedor de K as plantas, normalmente sobre condições de agricultura intensiva. Assim, resta a adubação potássica como principal supridor deste elemento ao solo.

Segundo Oliveira (2007), atualmente o consumo interno aparente de potássio fertilizante em 2007 situou-se em torno de 24,2% acima do observado no ano anterior, quando foi verificado um aumento no consumo interno em relação ao ano de 2005 de cerca de 6,8%. O principal uso do cloreto de potássio é como fertilizante, apresentando-se o setor agrícola como responsável pela maior demanda desse produto. O sulfato de potássio e o sulfato duplo de potássio e magnésio também são usados, em menor proporção, como fonte de potássio para a agricultura, em culturas específicas.

As diferentes formas de K estão em relativo equilíbrio no solo (BERINGER, 1961). Os minerais primários como micas e feldspatos têm altos teores de K, mas este está firmemente retido. Por outro lado, a concentração do K na solução é baixa, mas altamente móvel. A quantidade de K que está ou pode vir a ser disponível à planta é determinada pelo tamanho de suas reservas e pelas taxas com que essas reservas liberam-no. As taxas são expressas por coeficientes de difusão, são de várias ordens e magnitude, mais elevadas para o K na solução e o K-trocável (NYE, 1972).

Na solução do solo o potássio está livre das forças de adsorção e o seu teor é o resultado do equilíbrio das diversas formas que o potássio se apresenta no solo. Com a adição de fertilizantes potássicos, o teor do elemento no solo eleva-se muito, provocando a sua movimentação, em direção à região de absorção do vegetal ou a sua perda por lixiviação. Dependendo da quantidade adicional, há elevação da concentração salina na solução do solo provocando efeitos irreparáveis ao vegetal. Se as quantidades aplicadas forem menores e adicionadas mais constantemente ao vegetal, acarreta benefícios.

Teoricamente, há um equilíbrio ótimo entre o potássio e os demais nutrientes. Entretanto, por desconhecimento dos processos metabólicos ou das reações que ocorrem no solo, alguns desses equilíbrios são mais estudados do que outros (USHERWOOD, 1982).

Admitindo-se que 45 ppm de  $K^+$  no solo indiquem um conteúdo baixo para as plantas em análises de solo feitas em diferentes regiões do país mostraram as seguintes porcentagens de valores aquém desse limite: Amazônia-40; Nordeste-30; Sul-10. Vê-se então, que a pobreza em K dos solos brasileiros não é tão freqüente quanto à de fósforo.

O teor de K total nos solos no estado natural pode aumentar, diminuir ou permanecer virtualmente constante nas diferentes profundidades do perfil (MARBUT, 1935). A distribuição, em dado momento, depende da homogeneidade do material original, com relação ao tipo e à abundância dos minerais potássicos e dos fatores envolvidos na formação do solo.

### **3. 5 Potássio na planta**

Na planta de berinjela o potássio tem papel fundamental na fotossíntese, aqui entendida conforme a terminologia moderna, como a transformação da energia luminosa em energia química (ATP e NADPH). Com todas as funções vitais da planta dependem direta ou indiretamente de ATP e NADPH, torna-se evidente a influência do potássio no metabolismo vegetal (MENGEL e KIRKBY, 1980). Segundo Malavolta (1980), o K absorvido pela raiz é conduzido à parte aérea pelo xilema e também pelo floema; sua redistribuição interna pelo segundo sistema de vasos é bastante fácil; o elemento se dirige das folhas mais velhas para as folhas mais novas, para regiões de crescimento, para fruto que está crescendo; isto se deve, em parte pelo menos, ao fato de que cerca de 75% do potássio da planta se encontra no tecido em forma solúvel.

Entretanto, há referências na literatura de que em condição de campo isto não ocorreria. Asher e Edwards (1978) classificaram como deficientes as concentrações menores que  $0,1 \text{ mM}^{-1}$  de K solução do solo. Ney (1972), considera que quando a concentração de K for menor que 0,1 mM a difusão limitará severamente a absorção de K pelas plantas.

As culturas diferem nas suas exigências de K devido às diferenças nas funções fisiológicas, nas quais o K está envolvido. Culturas onde a parte colhida consiste em

tecido vegetal jovem, como no caso do milho para silagem, tem altas exigências de K por unidade de peso seco produzido. Já, se a mesma cultura for colhida no estágio de completa maturação, a exigência de potássio por unidade de peso seco é substancialmente menor. Culturas produzindo frutos carnosos ou órgãos de armazenamento contrastam com os cereais, pelas altas exigências em K (MENGEL, 1978).

O potássio, como já foi referido, é um nutriente essencial para todos os seres vivos. Desempenhando uma importante função na ativação de enzimas (mais de 60 são ativadas por este cátion) que atua em diversos processos metabólicos tais como fotossíntese, síntese de proteínas e carboidratos. Tem também incidência no balanço de água e no crescimento de meristema (CONTI, 2002).

Entre as várias funções que o potássio exerce nas plantas, citam-se melhor eficiência de uso da água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos, maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos da planta, maior eficiência enzimática e melhoria da qualidade comercial da planta (YAMADA, 1995; MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997).

Também é verificado que o potássio aumenta a resistência natural da parte aérea das hortaliças às doenças fúngicas, às pragas, ao acamamento, além de contrabalancear o efeito contrário causado pelo excesso de nitrogênio. No entanto, o excesso de potássio desequilibra a nutrição das hortaliças, dificultando a absorção de cálcio e magnésio (PERRENOUD, 1977; MALAVOLTA, 1980; FILGUEIRA, 1981; FAQUIN, 1994).

O potássio também é requerido para a síntese protéica em plantas. Quando deficientes essas apresentam menor síntese de proteínas e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como aminoácidos, amidas e nitrato (FAQUIM, 1994). Assim, o adequado aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados depende, também, de um eficiente suprimento de potássio às plantas (LOPES e GUILHERME, 1992).

### **3. 6 Matéria orgânica**

O emprego de matéria orgânica sempre foi tradição para melhorar as condições físicas do solo (JANICK, 1966) e como fonte de nutrientes para aumento da fertilidade pelo efeito que ela exerce nas propriedades físicas e químicas do solo.

O material orgânico devido às suas características de carga elétrica, pode alterar a condutividade elétrica (C.E.) do solo. A matéria orgânica deveria ser utilizada freqüentemente nos solos salinizados, verificando que a C.E., em parcelas tratadas com matéria orgânica e drenagem, apresentam níveis tolerantes de condutividade elétrica para a maioria das culturas de importância econômica.

A matéria orgânica adicionada ao solo contém certa quantidade de  $K^+$  que a ela se liga de maneira pouco energética. Uma porção importante, cerca de 2/3 no caso de plantas, é solúvel em água e pode ser mobilizada rapidamente. O restante é liberado, em consequência da mineralização por via microbiana. A porção de K posto no solo como restos de plantas é variável e dependendo do teor do elemento no material e da quantidade deste (MELLO, 1960).

### **3. 7 Problemas de salinização no solo e seus efeitos nas plantas**

O conteúdo de sódio na crosta terrestre é de aproximadamente 2,8%, enquanto o de potássio é de 2,65%. Em regiões temperadas, a concentração de  $Na^+$  na solução do solo é, em média,  $0,1-1 \text{ mol m}^{-3}$  e quando em altas concentrações, assemelha-se à concentração de  $K^+$ . Em regiões áridas e semi-áridas, particularmente sob irrigação, concentrações de 50 a  $100 \text{ mol m}^{-3}$  de  $Na^+$  (predominantemente na forma de NaCl) são típicas e têm um efeito marcante no crescimento das plantas (MARSCHNER, 1995).

O efeito da salinidade sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas é discutido por pesquisadores, principalmente dos países que apresentam regiões áridas e semi-áridas, em função dos problemas socioeconômicos por ela causados. No Brasil, esse

assunto tem maior importância na região nordeste, onde a evapotranspiração supera as chuvas e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e a lixiviação dos sais do solo (LIMA, 1997). Há diversos experimentos que comprovam o efeito negativo do NaCl sobre o crescimento de diversas plantas (BENNETT, 1994; SWEBY, HUCKETT e WALT, 1994; LOCY et al., 1996; FERNANDES et al., 1998).

Diversos trabalhos têm evidenciado o efeito negativo dos íons que contribuem para a salinidade do solo (principalmente Na e Cl) sobre processos fisiológicos importantes para o crescimento das plantas (YAHYA, 1998; BETHKE e DREW, 1992). Os efeitos desses íons estão relacionados ao efeito osmótico, que induz condição de estresse hídrico às plantas e ao efeito tóxico direto, principalmente sobre os sistemas enzimáticos e de membranas.

O papel do cálcio na adaptação vegetal ao estresse salino é complexo e não bem definido. Efeitos positivos desse nutriente amenizando estresses salinos foram observados por Cramer, Läuchli e Polito (1985), Cachorro, Ortiz e Cerda (1994) e Davenport, Reid e Smith (1997), enquanto os efeitos de K e Mg são pouco estudados, apesar de Hu, Oertli e Schmidhalter (1997), em experimento com trigo, verificarem que a tolerância vegetal à salinidade aumenta com o incremento da concentração de íons na solução nutritiva.

A salinização do solo pode ter origem natural ou pode ser induzida por interferência humana. Os processos naturais estão associados diretamente a pedogênese, os quais são responsáveis pela maior partes da área salinizada do mundo (TANJI, 1994).

Indiretamente, o menor crescimento das plantas, devido à salinidade, também tem sido atribuído à redução na absorção de alguns dos principais nutrientes, estando o Ca e o K entre os mais bem documentados (RENGEL, 1992; LACERDA, 2000). Trabalhando com plantas jovens de goiabeira, Ferreira et al., (2001), por exemplo, verificaram redução na concentração de K nos tecidos da planta (raízes, caule e folhas), como consequência do estresse salino.

Segundo Santos e Muraoka (1997), as propriedades químicas e físicas dos solos salinizados restringem a disponibilidade de nutrientes para as plantas, requerendo a adoção de práticas de manejo baseadas na interação salinidade – fertilidade, para tornar viável economicamente uma exploração agrícola.

Plantas muito sensíveis à salinidade absorvem água do solo, juntamente com os sais, possibilitando a toxidez pelo excesso de sal absorvido. Tal excesso promove desbalanços no citoplasma, fazendo com que os danos apareçam principalmente nas bordas e nos ápices das folhas, regiões onde ocorre o acúmulo dos sais absorvidos (LIMA, 1997).

Desequilíbrios pode ser o resultado do efeito da salinidade de nutriente acima do exigido, dentro da planta ou pode ser causado por inativação fisiológico de um determinado nutriente essencial em um aumento na exigência interna da planta para aquele elemento de essencial (GRATTAN et al., 1996).

Em uma curva de resposta de rendimentos em função de doses de nutrientes, existe um ponto a partir do qual a produção máxima é atingida e mantida em um patamar, até que seja alcançada uma concentração iônica na solução na qual a produção começa a reduzir. Esse intervalo, entre condições de deficiência nutricional e toxidez, depende particularmente do nutriente e das condições de salinidade do solo (GRATTAN e GRIEVE, 1994).

Bernstein et al., (1974) divergem de Mass (1977), afirmando que ocorre uma interação entre a salinidade e a fertilidade dos solos, enquanto que Mass (1977) afirma que o fator que pode interferir nos rendimentos é o fator mais limitante.

Essa menor absorção de K tem sido atribuída à maior competição entre o Na e o K pelos sítios de absorção ou a um maior fluxo de K das raízes (MARSCHNER, 1997). Redução na concentração de K, sob estresse salino, é um complicador adicional para o crescimento das plantas visto que, em algumas situações, esse elemento é o principal nutriente a contribuir para o decréscimo do potencial osmótico, uma estratégia necessária à absorção de água nessas circunstâncias (MARSCHNER, 1995).

Em relação ao cálcio, tem sido demonstrado que o aumento da salinidade pode induzir deficiência desse nutriente (LACERDA, 2000; HO e ADAMS, 1994). A redução na absorção de  $\text{Ca}^{2+}$  pode levar à perda da integridade da membrana plasmática, com conseqüente perda da capacidade de absorção de alguns íons, principalmente o  $\text{K}^+$  (RENGEL, 1992; CACHORRO et al., 1994). Variedades tolerantes tendem a apresentar maiores taxas de transferência de  $\text{K}^+$  e apenas leve redução na transferência de  $\text{Ca}^{+2}$  para a parte aérea, visando manter uma relação positiva entre esses nutrientes e os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (NIU et al., 1995).

De acordo com Marschner (1997), a alta salinidade de alguns fertilizantes, principalmente o KCl compromete o crescimento e distribuição das raízes assim como a absorção de água e nutrientes.

Persaud et al., (1977) encontraram efeito salino devido à aplicação de N e K, em faixas, abaixo da linha de gotejo, em solos arenosos da Flórida. Conseqüentemente, as raízes principais tiveram grande ramificação, com o aumento do número de raízes laterais, principalmente na aplicação dos níveis médios e altos dos nutrientes (202 e 303 kg ha<sup>-1</sup> para N, aplicado como uréia e 222 e 333 kg ha<sup>-1</sup> para K, aplicado como KNO<sub>3</sub>). Embora o efeito dos fertilizantes tivesse efeito sobre a divisão das raízes, não foi observada, na época da frutificação, influência na concentração de nutrientes pelas plantas de pimentão.

Um problema que invariavelmente ocorrerá em solos cultivados em ambiente protegido é a salinização, ou seja, o acúmulo no solo de sais presentes nos fertilizantes. Esse problema tende a se agravar ao longo do tempo com maior ou menor rapidez, conforme as práticas adotadas.

### **3. 8 Efeito da salinidade sobre o metabolismo vegetal**

As plantas sofrem alterações no seu metabolismo quando mantidas sob condições ambientais adversas. Os tecidos vegetais são dotados de diferentes sistemas de resposta para o controle da produção de radicais livres. Devido a sua compartimentalização específica nas células, às enzimas e compostos orgânicos formados em situação de estresse ambiental, podem ser determinados e respondem também de forma específica conforme o envolvimento de reações metabólicas que se façam necessárias.

Em condições salinas, ocorre redução na disponibilidade de água para as plantas. Como a água tende a deslocar-se do ponto de maior para menor potencial osmótico (do solo salinizado em direção a planta), haverá maior gasto de energia para absorção da mesma. O maior ou menor esforço para vencer a diferença do potencial osmótico, varia conforme a espécie vegetal, para adaptação a diferentes condições de salinidade (LIMA, 1997).

O papel do cálcio na adaptação vegetal ao estresse salino é complexo e não bem definido. Efeitos positivos desse nutriente amenizando estresses salinos foram observados por Cramer, Läuchli e Polito (1985), Cachorro, Ortiz e Cerda (1994) e Davenport, Reid e Smith (1997), enquanto os efeitos de K e Mg são pouco estudados, apesar de Hu, Oertli e Schmidhalter (1997), em experimento com trigo, verificarem que a tolerância vegetal à salinidade aumenta com o incremento da concentração de íons na solução nutritiva.

Aplicado externamente, o  $\text{Ca}^{+2}$  diminui o estresse salino por meio de função desconhecida que preserva a seletividade  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  e inibe sítios de absorção de  $\text{K}^+$ , o que pode reduzir o influxo de  $\text{Na}^+$  mediado pelo componente de baixa afinidade de absorção de  $\text{K}^+$ . O cálcio é usualmente mantido no citoplasma a  $100\text{-}200 \text{ mol m}^{-3}$ , por transporte ativo e o NaCl promove um rápido aumento na sua concentração no citoplasma que, provavelmente, atua como um sinal de estresse geral. Embora não haja confirmação de que esse aumento seja um efeito de tolerância à salinidade, as maiores concentrações de  $\text{Ca}^{+2}$  no citoplasma podem ser transitórias. Resultados sugerem que esse aumento, em função da exposição ao NaCl, pode ser reduzido pelo aumento da atividade da Ca-ATPase (NIU et al., 1995).

O limite de tolerância depende da concentração do sal em solução, do tempo de exposição, bem como do estágio de desenvolvimento das plantas (AYERS e WESTCOT, 1991). Apesar da existência de variabilidade genética para tolerância à salinidade (SHANNON e GRIEVE, 1998), os mecanismos bioquímicos e fisiológicos que contribuem para essa tolerância ainda são pouco conhecidos (MANSOUR et al., 2003). Um dos mecanismos comumente citado para tolerância à salinidade tem sido a capacidade das plantas em acumular íons no vacúolo e, ou, solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, em um processo denominado de ajustamento osmótico, que pode permitir a manutenção da absorção de água e da turgescência celular. Outro mecanismo de tolerância pode estar relacionado a diferenças na absorção, transferência e, ou, acumulação de íons Na e Cl.

Embora algumas plantas possuam mecanismo de ajuste osmótico (halófitas) e consigam sobreviver em solos salinos, condições severas deste estresse podem provocar fechamento dos estômatos. Nestes casos, ocorrerá redução na taxa fotossintética líquida, diminuindo assim a translocação de nutrientes da raiz para parte aérea, além de promover um gasto maior de energia para absorção de íons na forma ativa (SILVA et al., 1999).

A elevada concentração salina na solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal capazes de diminuir a plasticidade da célula causando redução na permeabilidade da membrana citoplasmática. Além disso, este fator pode influenciar no processo fotossintético, já que o conteúdo de clorofila nas plantas será afetado (LARCHER, 1995).

Conforme Cruciani (1987), sob condições de estresse salino, as folhas de pimentão podem apresentar coloração verde azulada escura, maior espessura e serosidade, enquanto as raízes apresentam uma diminuição do alongamento e suberização, o que afeta a absorção de água e nutrientes com conseqüente diminuição da produtividade.

Injúrias por estresse salino em plantas foram classificadas por Levitt (1980), em estresse primário e secundário. O estresse primário direto envolve danos fisiológicos em membranas, como por exemplo, alterações na permeabilidade e fluxo de íons. Indiretamente a salinidade pode interferir no metabolismo de proteínas, levando a mudança na atividade enzimática e outros distúrbios metabólicos. O estresse secundário caracteriza-se pela simulação do estresse osmótico (água), o que traz como conseqüências a desidratação, perda do turgor foliar, inibição do crescimento e deficiência nutricional.

Segundo Martinez e Cerda (1989), o estresse iônico produzido pelo NaCl em folhas de tomate interferiu no transporte de nitrato dos vacúolos para o citoplasma, diminuindo assim a capacidade das células em incorporar nitrogênio (nitrato) para o crescimento, principalmente para a síntese de proteínas.

Pessarakli et al., (1989) estudaram a síntese de proteínas em três cultivares de feijão submetidas ao estresse salino com duas fontes de nitrogênio (amônia e nitrato) em solução nutritiva de Hoagland. Os teores de proteína diminuíram significativamente em todos os cultivares sob estresse salino para ambas as fontes de nitrogênio propostas, sendo este efeito mais pronunciado em gemas do que em raízes, quando comparadas ao controle. Os autores sugeriram que a baixa taxa de incorporação de aminoácidos em proteínas ou as reduções dos níveis de polirribossomos devido ao estresse salino podem ser consideradas responsáveis pela diminuição da síntese protéica em plantas.

A relação entre o acúmulo de cátions e prolina em gramíneas tolerantes e sensíveis a estresse salino também foi estudada por Torello e Rice (1986). Observou-se que

as cultivares mais tolerantes ao NaCl restringiram o acúmulo de  $\text{Na}^+$  a níveis significativamente mais baixos que aquelas cultivares mais sensível ao sal.

O efeito do  $\text{Na}^+$  sobre a absorção do  $\text{K}^+$  pode ser considerado duplo. Em baixas concentrações,  $\text{Na}^+$  favorece a absorção de  $\text{K}^+$ , sendo que o contrário ocorre para altas concentrações,  $\text{Na}^+$  como foi demonstrado em cana-de-açúcar e arroz por Paricha et al., (1975).

Alterações ocorridas na concentração de íons, ácidos orgânicos e açúcares em plântulas de feijão submetidas a 48 mM de NaCl em solução nutritiva, foram relatadas por Wignarajah et al., (1975). Estes experimentos revelaram que em folhas primárias ou nos primeiros trifólios, os níveis de ácido orgânico foram pouco alterados quando comparou-se plantas tratadas com sal com aquelas do controle, ao contrário do observado para os níveis de açúcares. A análise dos íons sódio e potássio mostraram alta concentração de K em folhas primárias de plantas tratadas com sal, embora o fornecimento do elemento via solução nutritiva tenha sido igual para ambos os blocos de tratamentos. Os íons sódio foram impedidos de se translocarem para as folhas por um fator de seleção em nível de raízes, em favor da entrada de potássio e possivelmente pela retenção do sódio no caule.

Aplicações de doses elevadas e contínuas de KCl no solo podem também elevar o conteúdo de cloreto na planta, conduzindo a uma clorose e necrose das folhas, além de queda na produção. De acordo com Malavolta et al., (1997), o cloro não entra na constituição de compostos orgânicos, sendo necessário para a fotólise da água, durante a fotossíntese e transporte eletrônico.

De acordo com Marschner (1995), as plantas podem conter em média 2 a 20  $\text{mg g}^{-1}$  de cloro na matéria seca, porém a maioria requer de 0,2 a 0,4  $\text{mg.g}^{-1}$  de cloreto na matéria seca, para um ótimo crescimento, isto é, 10 a 100 vezes menos, sendo, contudo, mais comum a sua toxidez que a sua deficiência. Teores de 20 a 30  $\text{mg Cl g}^{-1}$  de matéria seca foram prejudiciais, em folhas de plantas mais sensíveis ao cloro, como cevada, beterraba, espinafre e alface os níveis de cloreto está entre 0,05 e 0,20  $\text{mg g}^{-1}$ , comumente encontrados nas plantas, sendo geralmente mais altos no limbo foliar, seguido pelos pecíolos, caules e frutos.

Segundo BEHBOUDIAN (1977), a berinjela é conhecida por ter maior resistência à seca e ao frio, do que outras hortaliças, especialmente quando comparada a solanáceas, fato decorrente, em princípio, da melhor eficiência do sistema radicular.

### 3. 9 Acúmulo de L-prolina em tecidos vegetais

A prolina é um aminoácido sintetizado a partir do glutamato e da arginina sob condições fisiológicas normais, sendo o glutamato o caminho preferencial sob condições de estresse (CHEN e KAO, 1993). Esse aminoácido teria a função de proteger as células dos processos de desnaturação sob condições de estresse salino, devido à alta solubilidade em água. A prolina é acumulada no citoplasma (LEGGH et al., 1981) ocorrendo em folhas, colmos e raízes, sendo a capacidade de acúmulo e concentração do aminoácido decrescentes com idade da folha (SAWAZAKI et al., 1981).

A quantidade de prolina pode variar em função de diversos fatores, diferenças no conteúdo de prolina em função de cultivares, período e duração do estresse foram observados em arroz (LIMA et al., 2004).

Existem na literatura contradições em relação à função do acúmulo de prolina em plantas submetidas a estresse, alguns autores afirmam que a prolina teria funções ligadas a processos de adaptação ao déficit hídrico (SINGH et al., 1973), contudo outros apontam a prolina como indicador de estresse (BECHER e FOCK, 1986). Apesar de não haver claras evidências de maior acúmulo de prolina em espécies tolerantes de maior acúmulo de prolina em espécies sensíveis (GREENWAY e MUNNS, 1980), em alguns casos este mecanismo parece fazer parte da proteção contra o estresse hídrico.

A síntese de prolina tem importância especial em plantas, pois está estreitamente relacionada com o potencial hídrico dos tecidos. Plantas em condições de estresse hídrico ou salino apresentam elevados teores de prolina em comparação com plantas em condições normais. Esse fenômeno parece estar relacionado com o mecanismo de proteção contra a falta de água, pois a prolina ajuda a reduzir o potencial hídrico dos tecidos e, assim reter água. Não é por acaso que a solubilidade da prolina é muito superior (162 g 100 mL) à dos outros aminoácidos protéicos (na faixa de <1 a 25g 100 mL). Embora as duas vias de síntese de prolina sejam igualmente importantes em condições normais, as evidências favoráveis a via direta do glutamato (sem acetilação) em condições de estresse hídrico.

O acúmulo de prolina foi detectado já nas primeiras 24 horas do início do tratamento com sal, com taxas mais elevadas para as cultivares de tomate tolerantes

exercendo, neste caso, atividade osmoregulatória. Segundo Flowers et al., (1977), plantas halófitas ou glicófitas adaptam-se a altas concentrações salinas pelo abaixamento do potencial osmótico de seus tecidos, com aumento da absorção de solutos (íons Na e Cl). Entretanto, em espécies menos tolerantes o crescimento é inibido em função do efeito tóxico do acúmulo de solutos (LEVITT, 1980).

### **3. 10 Atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD; EC 1.15.1.1) e catalase (CAT; EC 1.11.1.6)**

As plantas estão expostas, durante o crescimento e desenvolvimento, a grandes mudanças climáticas no ambiente em que vivem, tendo que apresentar um amplo aspecto de respostas no seu desenvolvimento, bem como adaptações bioquímicas para a condição estressante. A grande quantidade de informação gerada nesta área mostra uma intrincada via de transdução de sinais em plantas e os múltiplos papéis que os radicais de oxigênio desempenham no metabolismo da planta (SMIRNOFF, 1998).

Ao longo destes anos, vários estudos fisiológicos encontraram correlação entre níveis de antioxidantes e o nível de tolerância ao estresse em espécies, variedades e biótipos de plantas. Em muitos casos, o dano induzido está relacionado com situações de estresse causadas por calor, frio, raios ultravioleta (UV), poluentes no ar e seca e minerais (GRESSEL e GALUN, 1994).

Em situações estresse, as plantas apresentam alteração no transporte de elétrons mediado pelos radicais superóxido formados ( $O_2^-$ ) que competem com o NADP para redução no fotossistema I (REDDY et al., 2004). A diminuição da assimilação de  $CO_2$ , redução das atividades fotossintética e alteração no sistema de transporte de elétrons, aceleram a geração de estresse oxidativo, via cloroplasto (ASADA, 1999).

Várias enzimas parecem estar envolvidas no mecanismo de proteção ao estresse oxidativo, como a catalase, superóxido dismutase, peroxidases, glutatonas. Além destas, outras moléculas podem participar do sistema antioxidante das plantas como os flavonóides, alcalóides, ácido ascórbico e carotenóides (REDDY et al., 2004).

A SOD catalisa a dismutação de radicais superóxido a  $H_2O_2$ . Existem três classes distintas de SOD, as quais se diferenciam principalmente no seu cofator metálico. Em plantas CuZn-SOD foi encontrada nos cloroplastos (FOSTER & EDWARDS 1980), no citossol (SAKAMOTO et al., 1995) e em mitocôndria (SALIN & BRIDGES 1980). Fe-SOD foi encontrada exclusivamente em cloroplastos (SALIN & BRIDGES 1980) e a Mn-SOD foi detectada em mitocôndria, peroxissomo e citossol (ALSHER et al., 1997). Considerando-se que a CuZn-SOD, a Fe-SOD e a Mn-SOD estão presentes no citoplasma, no cloroplasto e na mitocôndria, respectivamente, é possível medir-se resposta específicas e compartimentalizadas do sistema de resposta antioxidativo, pelo monitoramento da atividade destas diferentes classes de SOD.

Tais condições são favoráveis para formação de espécies reativas de oxigênio, especialmente sob condições de baixa disponibilidade de  $NADP^+$  (BROETTO et al., 2002). Estas formas de oxigênio como peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ) e o radical hidroxila ( $OH^{\cdot}$ ) são conhecidos por oxidar importantes constituintes celulares, tais como ácidos nucléicos, lipídeos de membrana (camada bipolar) e proteínas, podendo levar as células a morte (ALSHER et al., 1997). Sugere-se que as plantas estão equipadas com um sistema efetivo para controlar a ação deletéria destes radicais. Em várias espécies vegetais observou-se uma super expressão da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD; EC 1.15.1.1) em respostas a diversos fatores estressantes (MISZALSKI et al., 1998; BROETTO et al. 2002).

Outra enzima importante do sistema de resposta antioxidativo em plantas é a catalase (CAT; EC 1.11.1.6), a qual decompõe a  $H_2O_2$  (reduz até  $H_2O$ ) gerada nos peroxissomo durante a fotorrespiração (GERBLING et al., 1984), bem como o produto de reação da SOD. A catalase tem sido descrita como susceptível a fotoinibição e degradação (FEIERABEND e ENGER, 1986). Após sua inativação por luz, a atividade da catalase é fortemente dependente da síntese de novo da enzima, como relatado por HERTWIG et al., (1992).

Padrões enzimáticos de diversas enzimas importantes podem variar em resposta a fatores estressantes como seca salinidade, alta intensidade luminosa, etc. (DUBEY e SHARMA, 1990).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização e instalação do experimento**

O experimento foi dividido em duas etapas, sendo a primeira desenvolvida nas dependências do Departamento de Produção Vegetal – Horticultura – UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo e a segunda etapa onde as análises bioquímicas foram feitas, no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências - UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. O clima de Botucatu é classificado como Cwa, segundo a classificação internacional de Koppen (CUNHA et al., 1999), que significa clima temperado quente, com chuvas no verão e seca no inverno, temperatura média do mês mais frio inferior a 17°C e do mês quente superior a 23°C, apresentando como coordenadas geográficas 22°51' de latitude sul, 48°26' de longitude oeste e altitude de 815 m.

#### 4. 2 Cultura da berinjela (*Solanum melogena* L.)

Utilizou-se a variedade Embu, com altura entre 1,1 e 1,3 m e ciclo entre 110 e 130 dias. Em regiões quentes, recomenda-se o plantio de agosto a março e em clima frio, recomenda-se o plantio de setembro a janeiro. Os frutos possuem coloração vinho escuro brilhante, com formato alongado.

#### 4. 3 Descrição da área experimental

O experimento foi instalado em casa de vegetação (Figura 1).



Figura 1. Foto da casa de vegetação onde o experimento foi instalado e conduzido .

#### 4. 4 Delineamento experimental

Foi adotado um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 5 repetições, com duas fontes de potássio (cloreto e sulfato de potássio) e 4 doses crescentes dos fertilizantes. Foram adicionadas três plantas a mais para cada tratamento, as quais não pertenciam aos blocos experimentais para coleta de raízes e parte aérea para análise química dos constituintes das plantas. A partir da recomendação do Boletim 100 para a cultura da berinjela, formulou-se os demais tratamentos com o objetivo de induzir estresse mineral em relação ao elemento potássio, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade total de KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilizados para salinização do solo, conforme o o tratamento proposto.

| Tratamento                                   | KCl (58% K <sub>2</sub> O) | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (44% K <sub>2</sub> O) |
|----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                              | (g por vaso)               |                                                       |
| Tratamento 1 e 5 (250 kg ha <sup>-1</sup> )  | 6,81                       | 8,31                                                  |
| Tratamento 2 e 6 (500 kg ha <sup>-1</sup> )  | 13,63                      | 16,76                                                 |
| Tratamento 3 e 7 (750 kg ha <sup>-1</sup> )  | 20,44                      | 25,14                                                 |
| Tratamento 4 e 8 (1000 kg ha <sup>-1</sup> ) | 27,26                      | 33,52                                                 |

#### 4. 5 Análise química do solo e adubação básica

Para a condução do experimento, utilizou-se Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 1997) de textura média (615 g de areia, 45 g de silte e 340 g de argila por quilograma de solo), coletado na gleba “Patrulha” da FCA-UNESP, a uma profundidade de 10 a 20 cm para a análise química, conforme Raij et al., (1996). As características químicas do Latossolo Vermelho distroférrico estão apresentadas na (Tabela 2). A análise química do

solo foi feita no Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP - Campus de Botucatu, SP.

Tabela 2. Características químicas do solo antes da adubação de base.

| pH                | M.O.              | P <sub>resina</sub> | H+Al                                         | K   | Ca | Mg  | SB  | CTC | V% |
|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|----|
| CaCl <sup>2</sup> | g dm <sup>3</sup> | mg dm <sup>3</sup>  | -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> ----- |     |    |     |     |     |    |
| 4,1               | 17                | 2                   | 70                                           | 0,2 | 2  | 1   | 3   | 73  | 4  |
|                   |                   |                     | B                                            | Cu  | Fe | Mn  | Zn  |     |    |
|                   |                   |                     | -----mg dm <sup>3</sup> -----                |     |    |     |     |     |    |
|                   |                   |                     | 0,21                                         | 0,8 | 44 | 0,1 | 0,1 |     |    |

Foi coletado 250 g de solo, o qual foi analisado no Departamento de Proteção de Plantas – FCA-UNESP – Campus de Botucatu, em relação a presença de nematóides. Após análise, não foram encontrados indícios de nematóides de importância agronômica na amostra processada. Entretanto, o solo foi mantido coberto por vinte e cinco dias com filme transparente de polietileno 0,15 mm de espessura, para efeito de solarização.

Após o período o solo passou em peneira de 5 mm sendo acondicionados em vasos plásticos com capacidade para 32 L de solo. O vaso apresentava diâmetro inferior de 0,20 m e diâmetro superior de 0,40 m, tendo aproximadamente 40 cm de altura. Os vasos apresentavam furos no fundo onde foi colocada uma camada de sombrite de 0,30 m para permitir a drenagem do excesso de água caso ocorresse. Cada vaso recebeu aproximadamente 32 L de solo.

Os cálculos para a correção do solo seguiram recomendações de Raij et al., (1996), visando à elevação da saturação por bases a 80%, sendo necessário aplicar 6.000 t ha<sup>-1</sup>, equivalente a 96 g de calcário dolomítico (PRNT = 91%) por vaso.

A adubação básica para nitrogênio e fósforo foi baseada nas recomendações de Raij et al., (1996) para a cultura da berinjela, para o N aplicou-se o equivalente a 3,2 g por vaso, na forma de sulfato de amônio. Para o P, utilizou-se 28,2 g de termofosfato máster por vaso. Utilizou-se metade da recomendação para adubação orgânica adicionando-se 10 t ha<sup>-1</sup> de esterco de curral curtido, equivalente a 160 g por vaso. A adubação básica para o K foi feita a partir de duas fontes, cloreto e sulfato de potássio, conforme

descrito na Tabela 1. Após a aplicação dos adubos, o solo foi umedecido durante 35 dias, necessária a reação química do corretivo e fertilizante.

#### 4. 6 Condução das plantas e tratos culturais

As mudas de berinjela foram produzidas em bandejas com 128 células com 6,0 a 6,2 cm de altura, com substrato composto por material inerte e livre de patógenos. O transplântio foi realizado no dia 22 de outubro de 2007 com uma muda por vaso, quando as mesmas apresentavam três a quatro folhas definitivas, o que ocorreu por volta dos 35 dias após a semeadura. Os vasos foram distribuídos com espaçamento de 0,63 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Efetuou-se tutoramento das plantas para suportar o peso dos frutos. Para tanto, utilizaram-se hastes de bambu instaladas junto à planta, amarradas com fitilho. As primeiras brotações laterais foram eliminadas, praticando-se a desbrota até à altura da primeira floração, deixando-se de 4-5 ramos laterais. Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados tratamentos fitossanitários conforme esquema apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Controle de pragas realizado no experimento.

| <b>Data</b> | <b>Ingrediente ativo</b> | <b>Grupo Químico</b> | <b>Dose kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Praga</b>                                    |
|-------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| 20/11/07    | Imidacloprido            | Neonicotinóide       | 200 g kg ha <sup>-1</sup>      | Pulgão<br>( <i>Myzus persicae</i> )             |
| 22/12/07    | Acetamiprido             | Neonicotinóide       | 400 g kg ha <sup>-1</sup>      | Mosca branca<br>( <i>Bemisia tabaci</i> )       |
| 28/12/07    | Tetradifona              | Clorodifenilsulfona  | 300 mL ha <sup>-1</sup>        | Ácaro vermelho<br>( <i>Tetranychus evansi</i> ) |
| 25/01/08    | Acetamiprido             | Neonicotinóide       | 400 g kg ha <sup>-1</sup>      | Mosca branca<br>( <i>Bemisia tabaci</i> )       |
| 12/02/08    | Acetamiprido             | Neonicotinóide       | 400 g kg ha <sup>-1</sup>      | Mosca branca<br>( <i>Bemisia tabaci</i> )       |



Figura 2. Desenvolvimento das plantas de berinjela variedade Embu durante o período experimental (A 45 DAT), (B 60 DAT) e (C 100 DAT).

#### 4. 7 Monitoramento ambiental e tensão da água no solo

Para o monitoramento das condições de cultivo, a casa de vegetação foi equipada com termômetro digital, tanque classe A, tensiômetros e tensímetros.

O termômetro foi instalado a aproximadamente 2,0 m de altura em relação à superfície do solo no interior da casa de vegetação.

O tanque classe A foi instalado entre a primeira linha de plantas, a direta do centro da casa de vegetação, sobre um estrado de madeira em nível, as leituras foram realizadas diariamente por meio de um micrômetro de gancho graduado 00,0 mm, as 14:00 h.

Os tensímetros e tensiômetros foram instalados no ponto médio do vaso a uma profundidade efetiva do sistema radicular 0,20 m, 0,30 m distância vertical da superfície do mercúrio na cuba até a superfície do solo (cm) e 0,15 m de distancia do colo da planta. Semanalmente era realizada a inspeção dos tensímetros para verificar o nível de água em seu interior, para evitar problemas de variação de pressão na câmara de ar. Os tensiômetros após as leituras tensiométricas eram escorvados com água destilada diariamente para evitar variação de pressão na câmara de ar.



Figura 3. Tensímetros e tensiômetros instalados no experimento (Figura A e B).

#### 4. 8 Manejo da irrigação

A irrigação foi realizada manualmente para elevar à umidade do solo a capacidade de campo, a qual corresponde um potencial mátrico de aproximadamente -30 KPa. Para o cálculo de volume de água a ser aplicado foi considerado com o balanço de água com o teor de umidade do solo na capacidade de campo, através da irrigação. Os valores diários da ETc foram subtraídos pela água disponível, até que esta alcançasse o nível de esgotamento pré-estabelecido, utilizando-se a equação de ajuste da curva característica de retenção de água no solo, conforme a expressão:

$$LL = (CC - U_i) \cdot d_a \cdot Z \cdot 10$$

onde:

LL – Lamina de água;

CC – Capacidade de campo;

$U_i$  – Limite mínimo do teor de umidade no solo a partir do qual se deve realizar a irrigação;

$d_a$  – Densidade aparente;

Z – Profundidade efetiva do sistema radicular.

As leituras de tensão de água no solo através do tensiômetro com coluna de mercúrio, foram convertidas a partir do valor da altura do mercúrio (h) para o potencial matricial, através da seguinte expressão:

$$\Psi_m = (p - x - 12,6 h) / 10,2$$

onde:

$\Psi_m$  - Potencial matricial da água no solo na profundidade p (KPa);

p - Profundidade de instalação do tensiômetro (cm);

x – Distância vertical da superfície da cuba até a superfície do solo (cm);

h – Altura da coluna de mercúrio (cm).

## **4. 9 Variáveis avaliadas**

### **4. 9. 1 Variáveis relacionadas ao solo**

#### **4. 9. 1. 2 Condutividade elétrica (C.E.)**

Durante o experimento, coletaram-se alíquotas de solução do solo, em intervalos de 15 dias. A solução foi coletada com auxílio de um extrator de solo instalado no ponto médio da profundidade efetiva do sistema radicular 0,15 m e 0,10 m de distância do

caule da planta. O vácuo foi realizado com seringa conectado a mangueira de silicone nos extratores, 24 h após a irrigação, quando os tensiômetros instalados a uma profundidade de 0,20 m indicavam o potencial mátrico aproximadamente -8 KPa, que corresponde a capacidade de campo. Para a determinação da C.E., utilizou-se condutivímetro digital (Lutron, mod. CD-4303). As leituras da C.E. foram corrigidas com base na umidade do solo, através da seguinte expressão:

$$CE_{\text{corrigida}} = CE_{\text{scp}} \cdot U_s / U_{cc}$$

Onde:

$CE_{\text{scp}}$  - condutividade elétrica da solução do solo obtida com extrator de solo;

$U_s$  - umidade do solo com base nas leituras dos tensiômetros e tensímetros;

$U_{cc}$  = umidade do solo com base no potencial mátrico próximo a capacidade de campo.

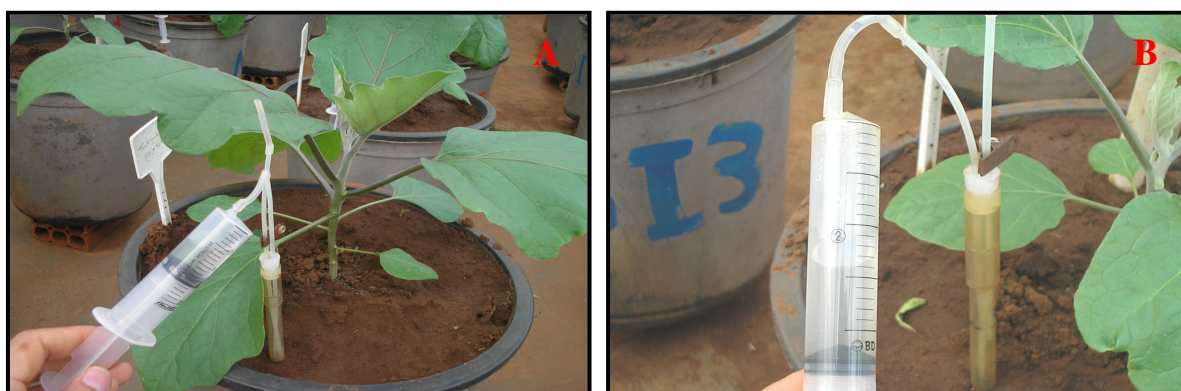


Figura 4. Coleta da solução do solo através de extrator (A e B).

#### 4. 9. 1. 3 Curva de salinização dos adubos utilizados

A curva de salinização foi feita com base no método de pasta saturada onde o solo foi peneirado em peneira 25 mm, ficando em repouso por 24 h para secar ao ar, depois os mesmos foram acondicionados em copos plásticos com capacidade para 1000 mL, na quantidade de 800 g de solo seco ao ar e 50 mL de água destilada com a solução do fertilizante (KCl e  $K_2SO_4$ ) calculada com base na concentração aplicada de cada tratamento,

depois os mesmos foram misturados virando uma pasta, após mistura o recipiente foi coberto com papel alumínio ficando em repouso por 24 h. Após este período a pasta foi novamente agitada, ficando em repouso por 1 h, através da filtragem a vácuo da pasta de saturação foi extraído a solução do solo, em seguida foi aferida a leitura da condutividade elétrica (C.E.). A condutividade elétrica da pasta saturada foi corrigida com base na curva característica de retenção da água no solo.

$$C.E.C.P.S. = CE_{ps} \times U_{cc}/U_{cr}$$

Onde:

C.E.C.P.S. - Condutividade elétrica corrigida pelo método de pasta saturada;

$CE_{ps}$  - Condutividade elétrica obtida pelo método de pasta saturada;

$U_{cc}$  - Umidade do solo próximo à capacidade de campo;

$U_{cr}$  - Umidade do solo com base na curva característica de retenção da água no solo



Figura 5. Materiais utilizados para a determinação da curva de salinização pelo método de pasta saturada.

## 4. 10 Avaliações biométricas

### 4. 10. 1 Altura de plantas

A altura de plantas foi determinada com trena (cm), tomando como base o colo da planta até a haste principal, em frequência quinzenal. Foram avaliadas 5 plantas por

tratamento, sendo realizadas ao todo 8 determinações, aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 DAT.

#### **4. 10. 2 Altura da primeira bifurcação**

A altura da primeira bifurcação das plantas foi medido quinzenalmente até o final do período de cultivo, obtida com trena (cm), tomando como base o colo da planta até altura da primeira bifurcação. Foram avaliadas 5 plantas por tratamento, sendo realizadas ao todo 8 determinações, aos 60, 75, 90, 105, 120 DAT.

#### **4. 10. 3 Número de folhas**

O número de folhas foi avaliado quinzenalmente até o final do período de cultivo, padronizando-se a contagem em folhas totalmente expandidas. Foram avaliadas 5 plantas por tratamento, sendo realizadas ao todo 8 determinações, aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 DAT.

#### **4. 10. 4 Número de flores**

O número de flores foi determinado a cada dois dias até o final do período de cultivo. Foram avaliadas 5 plantas por tratamento, sendo realizadas ao todo 17 determinações, aos 45, 48, 51, 54, 57, 59, 61, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 92, 97, 102 e 108 DAT.

#### **4. 10. 5 Número de flores abortadas**

O número de flores abortadas foi obtido pela diferença da leitura anterior (4.10.4) pela contagem atual em dias, até o final do período de cultivo. Foram avaliadas 5 plantas por tratamento, sendo realizadas ao todo 17 determinações, aos 45, 48, 51, 54, 57, 59, 61, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 92, 97, 102, 108 DAT.

#### **4. 10. 6 Produção**

As colheitas iniciaram-se aos 90 DAT. Os frutos foram colhidos sempre que apresentavam coloração vinho escuro brilhante, determinando-se o número total de frutos por planta (média), peso total de frutos por planta e o peso médio de frutos.

#### **4. 10. 7 Frutos descartados**

As colheitas iniciaram aos 90 DAT, o número de frutos deformados ou defeituosos foi avaliado durante a colheita, com base na avaliação do comprimento, coloração e diâmetro padrão (CEAGESP).

#### **4. 10. 8 Frutos abortados**

Os frutos abortados foram contados a partir dos 90 DAT durante as colheitas dos frutos.

#### **4. 10. 9 Análise de massa de matéria seca (MMS)**

As diferentes partes da planta foram coletadas aos 50 e 120 DAT, para a determinação da MMS. Os componentes foram secos em estufa a 60 °C, com ventilação forçada, até atingirem massa constante. Para determinação de MMS das plantas de berinjela foram coletados raiz, parte aérea (incluindo o caule) e frutos. As raízes foram separadas da parte aérea através de um corte no colo da planta, lavadas com água deionizada para retirar o excesso de solo aderido às raízes. A parte aérea (incluindo o caule) foi processada em conjunto. Os frutos foram coletados a partir da segunda colheita.

#### **4. 11 Análises químicas e bioquímicas**

##### **4. 11. 1 Análise química dos nutrientes da planta**

Durante o experimento (50 e 120 DAT) foram coletados, processados e analisados amostras de raiz, folhas e frutos, quanto à composição mineral. A análise foi conduzida conforme metodologia descrita por Malavolta et al., (1997), no laboratório de análise foliar do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo, FCA-UNESP - Campus de Botucatu,SP.

##### **4. 11. 2 Análise de pigmentos**

Para a análise de pigmentos, foram utilizados discos foliares com 1,04 cm<sup>2</sup> de diâmetro os quais foram mantidos em 1 mL de dimetil formamida (DMF) por 48 h para extração de clorofilas ( *a* e *b*). Após a incubação, as leituras foram realizadas em

espectrofotômetro nos comprimentos de onda 480; 646,8 e 663,8 nm. Os teores de clorofila foram determinados a partir de fórmulas específicas, descritas por LEE et al., (1987).

#### **4. 11. 3 Coleta e armazenamento do material vegetal para análises bioquímicas**

Amostras do tecido foliar foram coletadas, folhas da região mediana da planta, sendo três plantas por tratamento, conforme o ciclo da cultura da berinjela. Foram realizadas coletas aos 30, 60, 85, e aos 110 DAT. As mesmas foram acondicionadas em tubos Falcon, congeladas em N líquido e armazenadas em Freezer (- 80°C). Posteriormente, as amostras foram moídas na presença de N líquido, até a obtenção de um pó fino. Após pesagem, as amostras foram mantidas em frascos eppendorf, em Freezer a -80°C. Parte das amostras foi destinada à determinação da atividade das enzimas catalase (CAT, EC 1.11.1.6) e superóxido de dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) conforme técnicas descritas por PEIXOTO et al., (1999).

#### **4. 11. 4 Processamento do material vegetal para obtenção do extrato bruto**

As amostras foram processadas para obtenção de dois extratos diferentes: o primeiro para a análise do teor de L-prolina e o segundo para as análises de atividade enzimática. Para o primeiro extrato (análise de prolina), amostras de tecido foliar (100 mg) foram ressuspensas em 1,5 mL de ácido sulfosalicílico (3 % em água destilada). Após centrifugação por 5 min a 4,000 x g o sobrenadante foi coletado e armazenado em freezer a - 80° C.

O extrato para as análises enzimáticas foram obtidos pela ressuspensão do material vegetal (300 mg) em 5,0 mL de tampão fosfato de potássio 0,1 M, pH 6,8. Após centrifugação por 10 minutos a 5,000 x g, o sobrenadante foi coletado e armazenado em freezer a - 80° C.

#### **4. 11. 5 Determinação do teor de proteína solúvel total**

A concentração de proteína solúvel presente nos extratos foi determinada em triplicata, utilizando-se o método descrito por Bradford (1976), com albumina de soro bovino (BSA) como proteína padrão. A curva padrão foi feita através da solução estoque BSA (Albumina de Soro Bovino) em concentração final de  $1\text{mg mL}^{-1}$ .

#### **4. 11. 6 Teor de L-prolina**

O teor de L-prolina foi determinado utilizando-se o método de Bates et al., (1973). Para a realização do teste colorimétrico, pipetou-se alíquotas de 1,0 mL do extrato bruto; 1,0 mL de ninhidrina ácida; 1,0 mL de ácido acético glacial. Após banho-maria fervente por 60 min., resfriou-se os frascos e efetuou-se leitura do composto colorido a 520 nm. Como referência, utilizou-se reta padrão com L-prolina.

#### **4. 11. 7 Atividade da enzima superóxido dismutase ( SOD; EC 1.15.1.1)**

A determinação da atividade da SOD considera a capacidade da enzima em inibir a fotoredução do NBT (Azul de nitrotetrazólio cloreto). A atividade foi determinada pela adição de 50  $\mu\text{L}$  de extrato bruto a uma solução contendo 13 mM de metionina, 75  $\mu\text{M}$  de NBT, 100 nM de EDTA e 2  $\mu\text{M}$  de riboflavina em 3,0 mL de tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,8.

A reação foi iniciada pela iluminação dos tubos, em câmara composta por tubos fluorescentes (15 W), a 25° C. Após 8 minutos de incubação, o final da catálise foi determinado pela interrupção da luz (GIANNOPOLITIS e RIES, 1977). O composto azul

formado (formazana) pela fotoredução do NBT, determinado pelo incremento na absorção a 560 nm. Os tubos considerados branco para a análise receberam os mesmos reagentes, porém foram mantidos cobertos com papel alumínio, portanto, abrigados da luz. Uma unidade de SOD pode ser definida como a quantidade de enzima necessária para a inibição de 50 % da fotoredução do NBT. Para o cálculo da atividade específica da enzima, considerou-se a percentagem de inibição obtida, o volume da amostra e a concentração de proteína na amostra ( $\mu\text{g g MMS}$ ).

#### **4. 11. 8 Atividade da enzima catalase (CAT; EC 1.11.1.6)**

A atividade da enzima catalase foi determinada espectrofotometricamente a 240 nm pelo monitoramento da variação da absorção do peróxido de hidrogênio (PEIXOTO et al., 1999). Para a análise, 50  $\mu\text{L}$  de extrato bruto foi adicionados a 950  $\mu\text{L}$  de um tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,0, suplementado com peróxido de hidrogênio a uma concentração final de 12,5 mM. A variação da absorção ( $\Delta E$ ) foi calculada em um intervalo de 80 segundos. A atividade enzimática foi calculada a partir de um coeficiente de extinção molar  $\epsilon = 39,4 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . A atividade específica (mKat) da catalase, considera a concentração de proteína solúvel no teste.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Característica hídrica do solo e manejo da irrigação**

Para o manejo de irrigação no experimento, foram utilizados instrumentos para o monitoramento da água no solo. Esses equipamentos também permitiram determinar o momento ótimo da irrigação e a lâmina de água. Estes parâmetros foram baseados em dados do solo, destacando-se entre eles a curva de retenção de água (Figura 6) e o uso de tensiômetros e tensímetros (Figura 7). Para tanto, fez-se necessário a calibração das leituras em relação aos teores de umidade ou tensões da água no solo. Pela curva de retenção de água no solo (Figura 6), observou-se que a capacidade do solo em reter água é reduzida para  $\Psi_m$  abaixo de -35 KPa. Na capacidade de campo, o solo apresentou 20% de água em base peso, correspondendo a 61% da umidade do solo saturado que é de 32%, sendo que o ponto de murcha permanente apresentou 7% de umidade do solo em base peso.

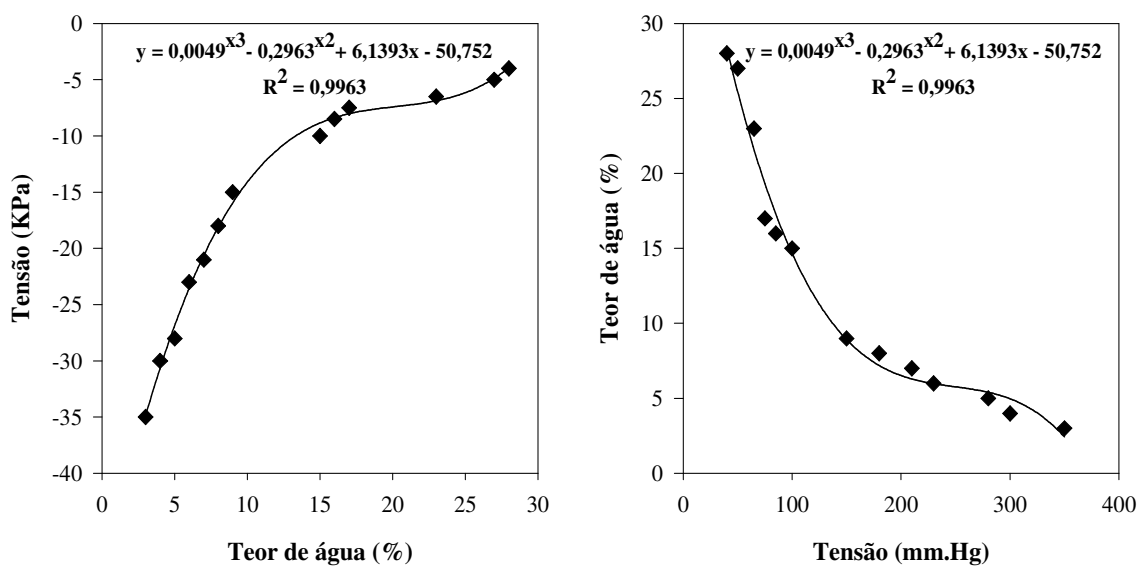


Figura 6. Curva de retenção da água no solo.

A Figura 7 apresenta o monitoramento do potencial de água no solo obtido por meio do uso de um tensiômetro e tensímetro. Os mesmos determinam o componente matricial do potencial da água no solo, geralmente conhecido como tensão de água no solo. Esses valores foram expressos na unidade de quilopascal (KPa). Apesar da estreita faixa do potencial matricial que é coberta pelo tensiômetro e tensímetro, ela constitui a faixa de interesse do manejo da irrigação para a maioria dos solos agrícolas brasileiros (-10 a - 80 KPa) e para o manejo de irrigação em hortaliças é muito eficiente.

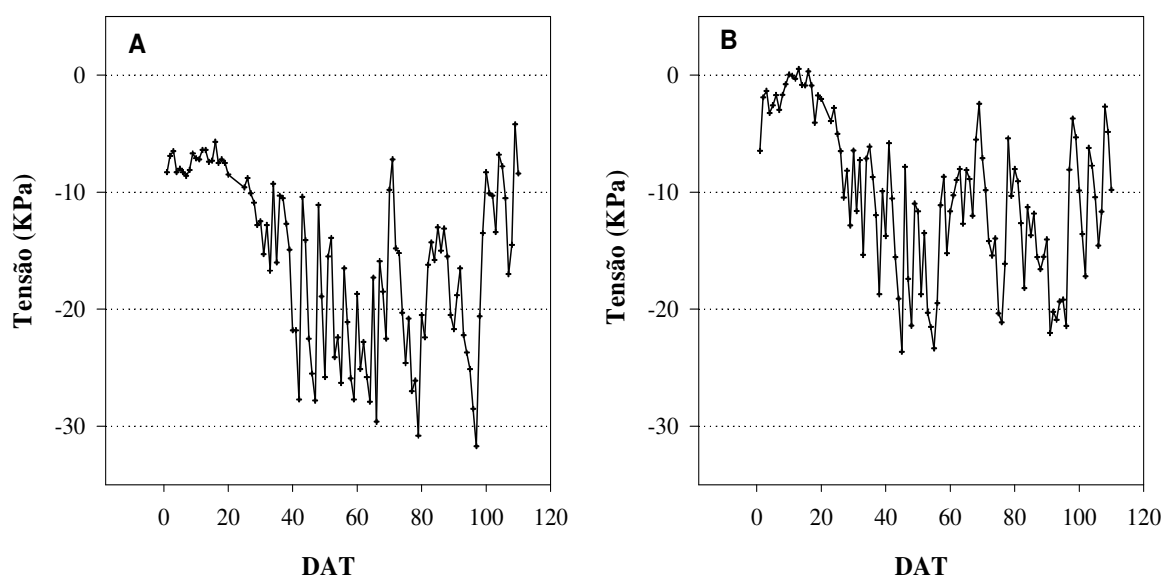


Figura 7. Leituras da tensão de água no solo com auxílio de tensímetro (A) e através de tensiômetro (B), durante o período do experimento.

O potencial mátrico do solo manteve-se na faixa de - 4 e - 31 KPa para as leituras feitas com tensímetro e entre - 0 e - 23 KPa para leituras utilizando-se tensiômetro. Observa-se que houve uma diferença entre os instrumentos utilizados para o monitoramento do  $\Psi_m$ , mas que não comprometeu no resultado do experimento.

No decorrer do experimento observou-se que a tensão de água no solo variou durante as diferentes fases fenológicas da cultura, com intervalos de irrigação maiores na fase de desenvolvimento vegetativo e diminuindo com as fases de florescimento e frutificação e senescência da cultura. Vieira (1994), em experimento com a berinjela cultivada sob deficiência hídrica (DH), determinou o ciclo da cultura em três fases fenológicas: vegetativo, frutificação (inclui abertura da gema floral) e formação dos frutos/colheita. O Autor demonstrou também, que o início da fase de frutificação parece ser o período mais sensível. No presente trabalho, observou-se que a fase mais sensível a DH ocorreu durante a formação de frutos/colheita. As fases de floração e frutificação, para a maioria das culturas, são as que apresentam maiores consumos de água, sendo, portanto, consideradas como mais críticas (MAGALHÃES et al., 1979).

Não foi observada a ocorrência de drenagem no fundo do vaso para nenhuma das irrigações, o que permitiu que toda água e fertilizantes e sais acondicionados ficassem retidos na região radicular.

## **5. 2 Monitoramento ambiental da casa de vegetação**

A temperatura do ar no interior da casa de vegetação está intimamente ligada ao balanço de energia, que irá depender de fatores como tamanho da casa de vegetação, propriedades ópticas da cobertura e das condições meteorológicas locais (BURIOL, 1993). Durante o dia, devido à radiação líquida positiva, a superfície aquece a parcela de ar próximo a ela, desencadeando um processo convectivo. Dentro da mesma este processo é interrompido pela cobertura plástica que impede a ascensão do ar quente, provocando a elevação das temperaturas durante o período diurno, com isso, as temperaturas máximas atingem valores bem mais elevados do que no exterior (PEZZOPANE, 1994). Os valores de temperatura mínima e máxima registrados na casa de vegetação estão apresentados na (Figura 8). Observou-se um valor médio para temperatura mínima e máxima durante os 120 dias do cultivo, de 14,8°C mínima e 43,2°C máxima respectivamente. A temperatura média diária variou de 21,55 °C mínima a 31,55 °C máxima com média de 26,55 °C para o período de cultivo. A faixa de temperatura recomendada para a cultura é de 23 a 26 °C, podendo suportar até 35 °C. Dentro da casa de vegetação possui um sistema de exaustor que sempre era acionado automaticamente toda vez que a temperatura chegasse aos 28,5 °C, mesmo com o sistema foram registrados temperaturas superiores. Como a berinjela é uma planta de clima tropical temperaturas altas favorecem o florescimento e frutificação. A termoperiodicidade, tal como ocorrem para outras solanáceas, com temperaturas noturnas inferiores às diurnas, favorece a produção de frutos.

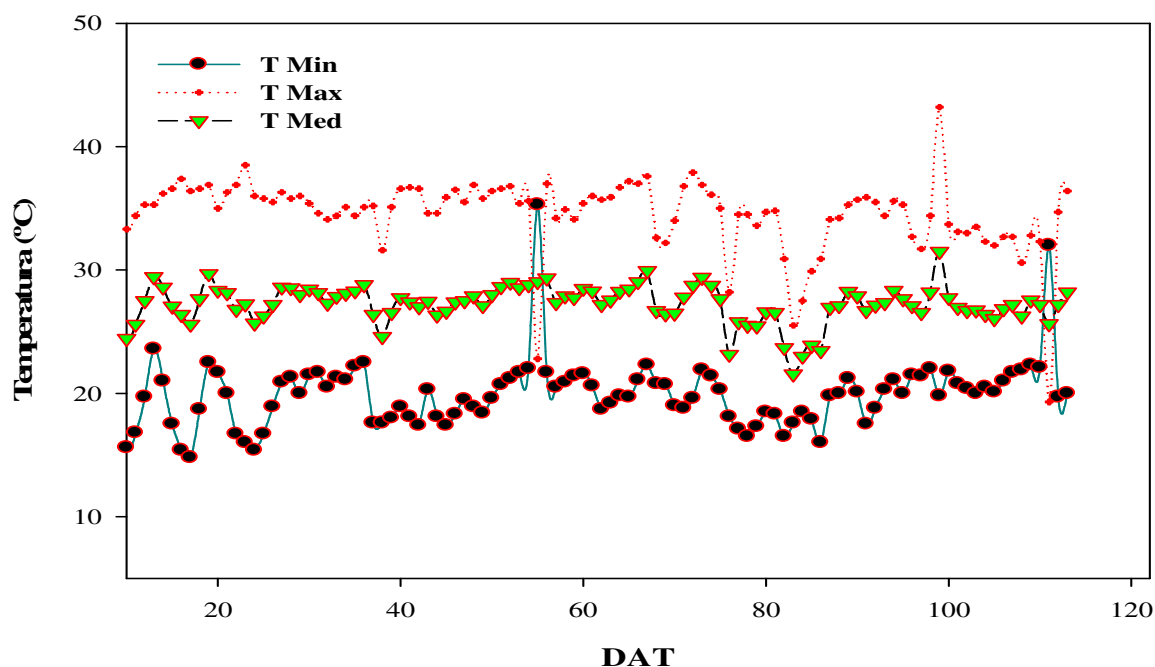


Figura 8. Valores da temperatura mínima, máxima e média registrada durante o período (DAT) da condução do experimento.

A cultura da berinjela exige altas taxas de luminosidade, fator importante para o seu desenvolvimento integral. Para monitorar este fator ambiental, foram efetuadas leituras da radiação solar ( $\mu\text{mol s}^{-2} \text{m}^{-2}$ ) no interior da casa de vegetação, nos horários 8:00, 14:00 e 18:00 h, durante o período experimental (Figura 9). Como apresentado na Figura 9, a radiação solar no período das 8:00 h teve radiação média de  $176 (\mu\text{mol s}^{-2} \text{m}^{-2})$ , segundo Pezzopane et al., (1995) a medida que o sol nasce a radiação solar tende a aumentar. Concordando com leituras realizadas às 14:00 h que apresentaram média geral de  $721,15 (\mu\text{mol s}^{-2} \text{m}^{-2})$ , durante o dia, devido à radiação líquida positiva, a superfície aquece a parcela de ar próximo a ela, desencadeando um processo convectivo. Entretanto, aos 63 DAT, houve diminuição na intensidade de luz em decorrência de período chuvoso. Por fim, leituras de intensidade luminosa realizadas às 18:00 h, apresentaram valores médios de  $166 (\mu\text{mol s}^{-2} \text{m}^{-2})$ , com leituras constantes durante todo o período experimental. À medida que o sol vai se pondo, o balanço de energia vai-se tornando negativo devido à alta transmissividade da radiação de onda longa (80%), permitindo a perda noturna de energia. Com isso, a temperatura do ar no interior sofre uma queda acentuada, tendendo a temperatura mínima a ser igual ou

ligeiramente superior ao ambiente externo, indicando uma maior amplitude térmica. Dependendo das condições, a temperatura noturna no interior da estufa pode ser menor que a observada externamente. Isto pode ocorrer em noites com céu limpo, pois, na condição interior, devido à ausência de mistura mecânica das camadas de ar influentes, a perda de energia se torna intensa, o que causará a inversão térmica (BURIOL et al., 1993; FARIAS et al., 1993).

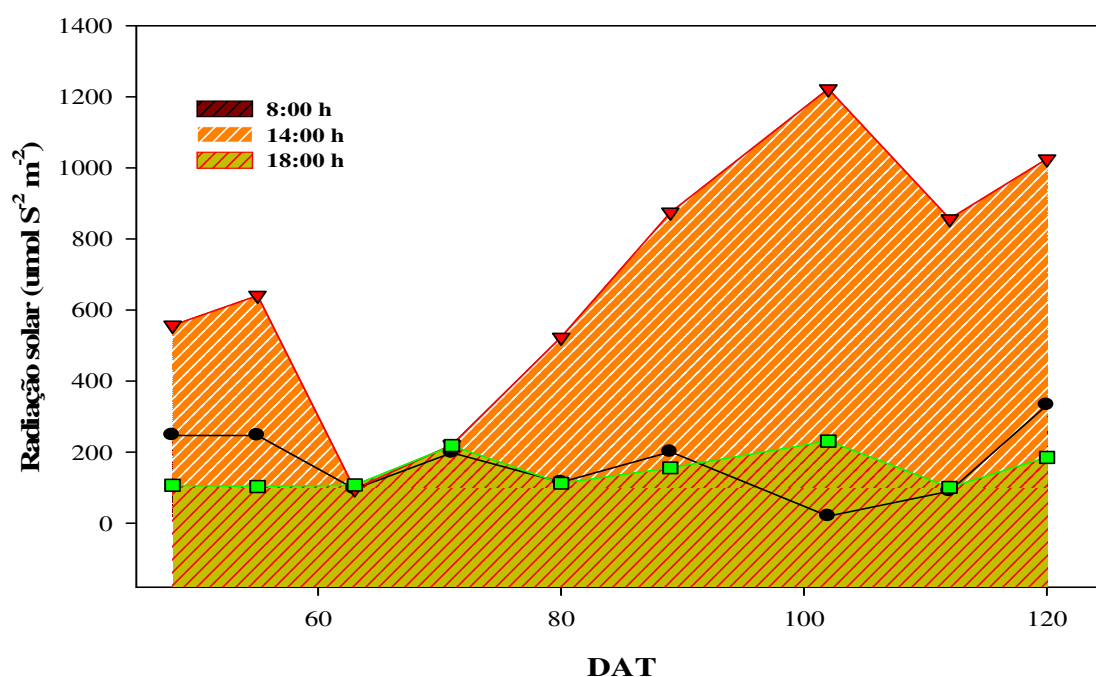


Figura 9. Radiação solar medida na casa-de-vegetação ( $\mu\text{mol s}^{-2} \text{m}^{-2}$ ) em três horários diários durante o período de condução do experimento.

A cobertura na casa de vegetação promove alterações tanto no balanço de radiação quanto no balanço energético em relação ao seu exterior, o que, conseqüentemente, também irá alterar as taxas de evapotranspiração. No interior da casa de vegetação a evapotranspiração é em média, menor que a verificada externamente, devido basicamente à redução da radiação solar e da ação dos ventos-principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera (HANAN et al., 1978). Em geral, a evapotranspiração no interior da estufa é de 60 a 80% inferior à que ocorre no exterior (ROSENBERG et al., 1989).

No interior da casa de vegetação foi instalado um tanque classe A que médio a evaporação de uma superfície da água livre e esse valor pode ser utilizado para

estimar a evapotranspiração da cultura de referência, utilizando-se parâmetros locais de clima (vento e umidade relativa do ar). Entretanto os valores apresentados na Figura 10 servem para complementar o trabalho proposto, portanto o tanque classe A é apenas uma ferramenta que auxilia no manejo da irrigação, entretanto o cálculo da lâmina líquida foram feitos com base na curva de retenção da água, umidade do solo na capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade aparente do solo ( $\rho_a$ ) e profundidade do sistema radicular (Z). A evaporação do tanque classe A variou entre 0,05 a 8,35 mm d<sup>-1</sup> com média de 4,2 mm d<sup>-1</sup> (Figura 10). Observa-se uma variação da evaporação ao longo do período experimental, o que se deve a precipitação pluviométrica e queda na temperatura ambiente da região onde o experimento foi instalado.

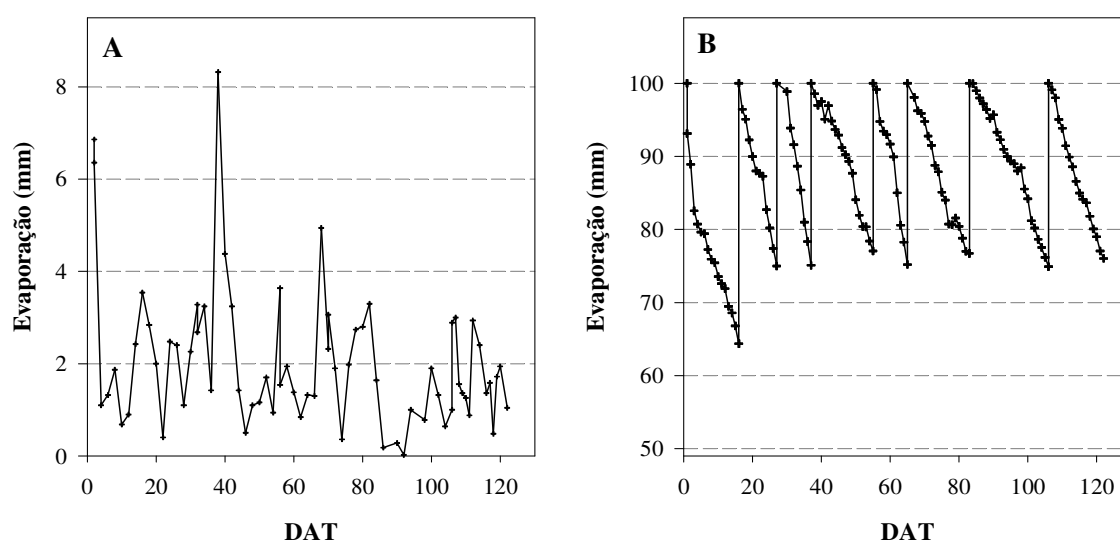


Figura 10. Leitura da evaporação (A) e evaporação de superfície de água livre do tanque classe A (B), instalado na casa de vegetação, durante período experimental.

### 5.3 Variáveis relacionadas ao solo

#### 5.3.1 Condutividade elétrica

O resultado da C.E coletada através extrator de solo durante o ciclo da cultura foi submetido à análise de variância, conforme resumo na Tabela 4.

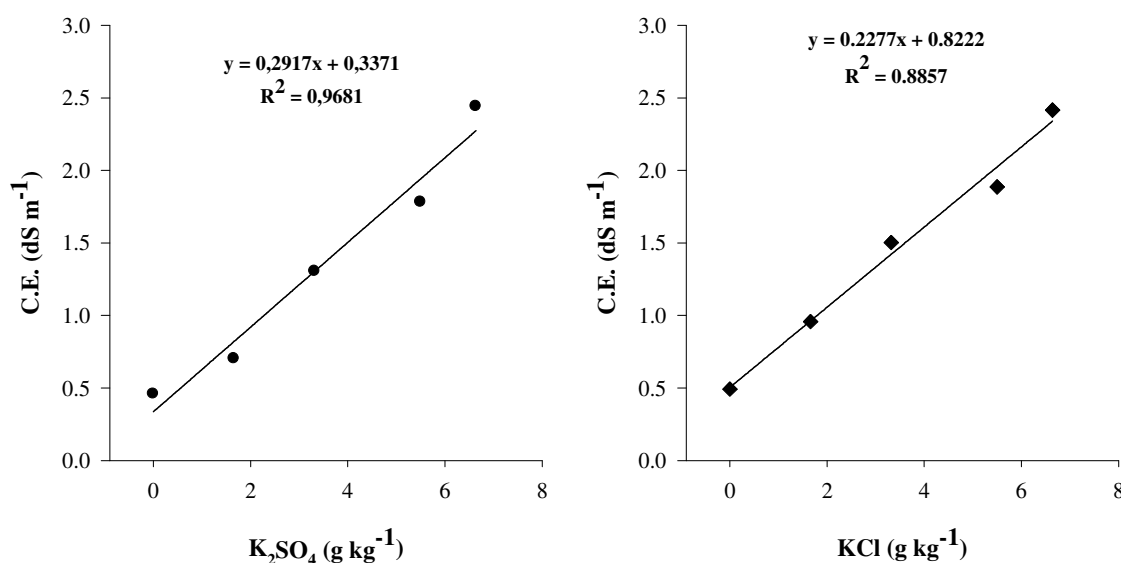


Figura 11. Curva de salinização do solo utilizado no experimento (LVE -LEd), através do método de pasta saturada em função de doses crescentes de sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e cloreto de potássio (KCl).

Tabela 4. Análise de variância da condutividade elétrica em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação     | GL           | SQ             | QM     | F        |
|-----------------------|--------------|----------------|--------|----------|
| Fontes potássicas (A) | 1            | 14,899         | 14,899 | 0,0001** |
| Doses (B)             | 3            | 59,959         | 19,986 | 0,0001** |
| Interação (AxB)       | 3            | 54,588         | 54,588 | 0,0000** |
| Bloco                 | 10           | 8,881          | 2,960  |          |
| erro                  | 70           | 59,055         | 0,843  |          |
| <b>Total</b>          | <b>87</b>    | <b>197,384</b> |        |          |
| <b>CV (%)</b>         | <b>35,53</b> |                |        |          |

\*\* Altamente significativo em nível de 5 %

Foram observados maiores valores de condutividade elétrica (C.E.), relacionados à maior dose de K, aplicado ao solo com o fertilizante KCl, evidenciando de forma significativa, o efeito salino desse fertilizante.

Tabela 5. Média da condutividade elétrica em  $\text{dS m}^{-1}$  ( $n=5$ ) em função de fontes e doses potássio.

| <b>K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |              |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>Média</b> |
| <b>250</b>                               | 1,32 Aa            | 1,43 Aa                            | 1,38         |
| <b>500</b>                               | 2,76 Ba            | 2,16 ABa                           | 2,46         |
| <b>750</b>                               | 3,47 BCb           | 2,19 ABa                           | 2,83         |
| <b>1000</b>                              | 4,43 Cb            | 2,92 ABa                           | 3.67         |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Observou-se alta correlação entre os níveis de condutividade elétrica (Tabela 5). O tratamento usando a fonte cloreto de potássio é sabidamente, entre as fontes de potássio empregadas neste experimento e mais largamente empregada na horticultura brasileira devido ao seu menor custo, e aquela que apresenta a maior salinidade ( $1,9 \text{ dS m}^{-1}$  por grama de adubo por litro de solução) e ficando evidente no presente trabalho.

A condutividade elétrica de 2,76 e  $2,16 \text{ dS m}^{-1}$  foi a que proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo e produtivo, estes resultados concordam com os encontrado por Souza et al., (2005) trabalhando com a influencia da condutividade elétrica na cultura da berinjela a que proporcionou melhor desenvolvimento e frutificação foi de  $2,36 \text{ dS m}^{-1}$ . Sarvas e Lenz (2000) encontraram maior produção de matéria seca de raízes, caules, folhas e frutos de plantas de berinjela com C.E. da solução nutritiva de  $2,10 \text{ dS m}^{-1}$ .

As adubações de cobertura tiveram início aos 15 dias após transplante (DAT), sendo realizadas quinzenalmente, em virtude da resistência da planta ao estresse mineral as doses foram dobradas. A fonte de N usada na cobertura foi o nitrato de cálcio com a dose de (22,82 g por vaso) dividida em 14 aplicações.

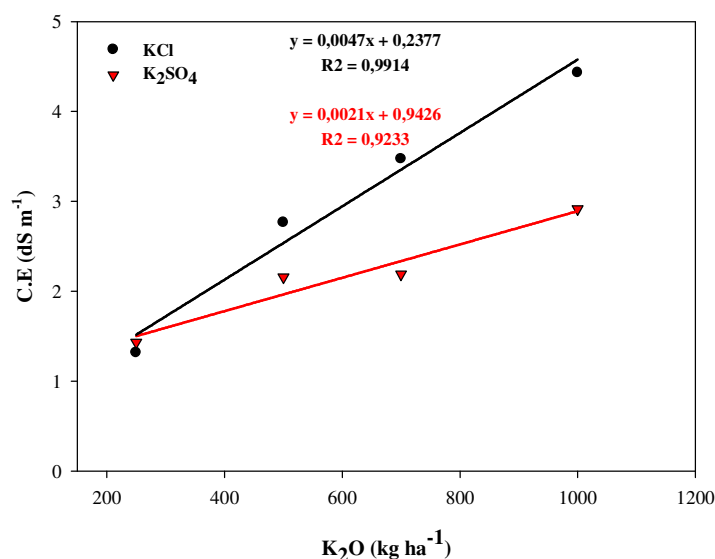


Figura 12. Valor médio de C.E. coletado através de extrator de solução do solo, em função de fontes e doses de potássio, durante o desenvolvimento da cultura da berinjela.

Observa-se na Figura 13, que a C.E. foi maior para o excesso de K no período de 120 DAT. No tratamento 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> com a dose (5,44 e 6,67 g por vaso) para a fonte cloreto e sulfato de potássio, registraram valores da C.E. próximos 3,82 a 1,33 com média 2,49 dS m<sup>-1</sup>, para a fonte KCl e C.E. de 4,24 a 0,86 dS m<sup>-1</sup> com média de 2,55 dS m<sup>-1</sup> para K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> os valores foram diminuindo ao longo do período experimental, aos 60 DAT foi observado uma diminuição na condutividade em virtude do início da floração e frutificação. Hochmuth et al., (1994) não encontraram aumento significativo na C.E. (3700 μS cm<sup>-1</sup>), quando aplicaram até 224 kg ha<sup>-1</sup> de K, como KNO<sub>3</sub>, em solos arenosos da Flórida, após 15 semanas de cultivo. Bernstein e Francois (1975) cultivaram pimentão irrigado por gotejo e encontraram, após 9 semanas de cultivo, altos valores de C.E., até a profundidade do solo de 2,5 cm, na entre linha das plantas; os valores estiveram entre 45 a 48 mmhos cm<sup>-1</sup>, para os maiores níveis da solução salina adicionada.

Para o tratamento com a dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> de KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nas doses de (10,88 e 13,44 g por vaso) a C.E. ao longo do período foi de 3,46 a 0,89 e 3,30 a 0,28 dS m<sup>-1</sup> com média de 2,16 e 1,79 dS m<sup>-1</sup>.

A dose  $750 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  recebendo  $16,32 \text{ g}$  por vaso de  $\text{KCl}$  e  $20,16 \text{ g}$  por vaso de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  a C.E. foi de  $6,27$  a  $1,30$  e  $4,27$  a  $1,03 \text{ dS m}^{-1}$  com média de  $3,78$  e  $2,65 \text{ dS m}^{-1}$ .

Com relação as fontes o  $\text{KCl}$  a C.E. foi superior durante todo o período diminuindo aos 60 dias em função da floração e frutificação.

Utilizando a dose de  $1000 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  a C.E. para os tratamentos (cloreto e sulfato) para as doses de ( $21,76$  e  $26,88 \text{ g}$  por vaso) foram de  $7,12$  a  $1,82$  e  $3,36$  a  $1,25 \text{ dS m}^{-1}$  com média de  $4,47$  e  $2,11 \text{ dS m}^{-1}$ .

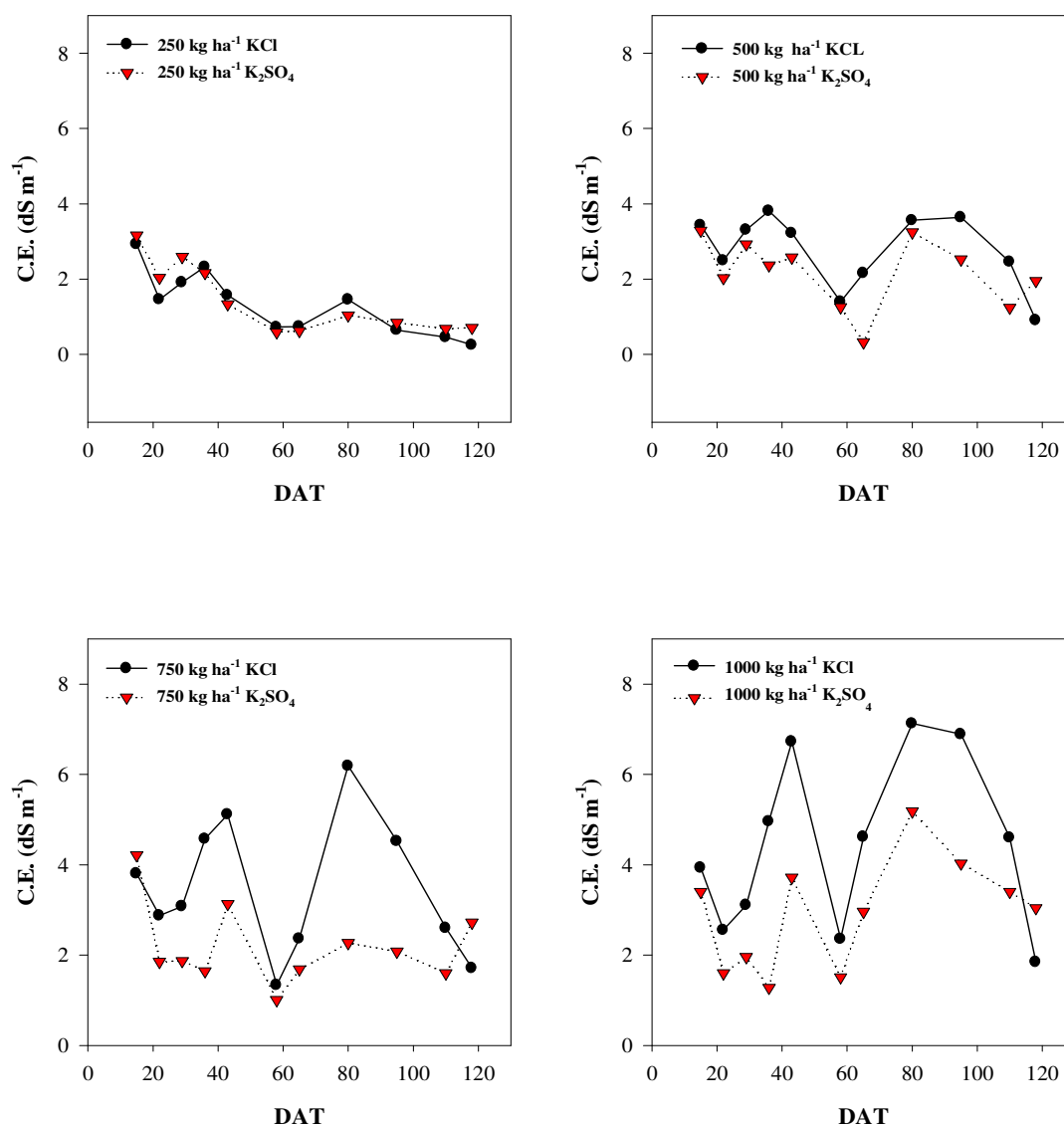


Figura 13. Condutividade elétrica corrigida em função dos tratamentos e doses crescentes de potássio durante o experimento.

## 5. 4 Variáveis relacionadas a cultura

### 5. 4. 1 Altura das plantas

Fisiologicamente, o crescimento da planta é medido em termos de matéria seca acumulada ao longo do tempo, representando a fotossíntese líquida. Entretanto, devido à existência de correlação entre a altura e o peso da planta é comum se avaliar o crescimento de uma planta através de sua altura (MEDEIROS, 1997)

A Tabela 6 apresenta o crescimento das plantas de berinjela durante o período experimental. Nas avaliações aos 30, 45, 60 e 90 DAT foram significativas segundo análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. Verifica-se que os tratamentos com a fonte sulfato de potássio nas doses de 250, 500, 750 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentaram crescimento linear durante o período. Entretanto para o tratamento com a fonte KCl durante o período experimental a altura das plantas foi inferior.

Em geral, o K não está associado ao aumento do vigor vegetativo das culturas, para o tomateiro Papadopoulos (1991) afirmou que o K atua como “regulador” de crescimento, inibindo o crescimento excessivo quando a disponibilidade de N é alta.

Brandão Filho (2001) trabalhando com o híbrido de berinjela denominado de Nápoli observou que a altura das plantas aos 98 dias foi de 188,67 (cm). Entretanto Silva (2002) constatou que com o aumento da salinidade do solo, a altura de plantas de pimentão tende a diminuir, discordando de Medeiros (1998), que relata que a salinidade não afetou significativamente a altura das plantas de pimentão. Para Leonardo (2003) até os 90 DAT, todos os tratamentos apresentaram desempenho semelhante quanto à altura das plantas de pimentão. Ambos Cl<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub> são íons coloidamente ativos e regulam o teor de água da planta, mas o Cl<sup>-</sup>, mais fortemente hidratado, tem maior efeito na intumescência do que o SO<sub>4</sub> e é, portanto, mais eficiente na redução da transpiração e no aumento da absorção de água (ANTUNES, 2005). Chow et al., (1990) demonstraram que o requerimento de K para o crescimento do espinafre foi maior em condições de alta salinidade que sob baixa salinidade e o aumento na quantidade de K aplicada resultou em um crescimento maior das plantas. Essa (2002) verificou aumento

do teor de Na e diminuição do teor de K em folhas de soja submetidas a níveis crescentes de salinidade do solo, com consequente redução na altura e produção de matéria seca das plantas. Schachtman e Schroeder (1994) assumiram a existência de um mecanismo comum de absorção de K e Na em plantas superiores, o qual seria regulado pelas concentrações desses nutrientes no substrato; então, níveis elevados de K no substrato poderiam modular a absorção e o transporte de Na e limitar os danos a este atribuídos.

Tabela 6. Altura de plantas (cm) em função das fontes e doses de potássio.

| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Coletas (DAT) |                                |           |                                |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
|                                                  | 15            | 15                             | 30        | 30                             |
|                                                  | Tratamentos   |                                |           |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 250                                              | 8,34 Aa       | 8,40 Aa                        | 14,50 Aa  | 16,60 Aa                       |
| 500                                              | 8,66 Aa       | 9,78 Aa                        | 14,00 Aa  | 19,40 Ab                       |
| 750                                              | 7,76 Aa       | 8,76 Aa                        | 11,40 Aa  | 22,10 Ab                       |
| 1000                                             | 7,72 Aa       | 9,08 Aa                        | 13,40 Aa  | 16,72 Ab                       |
| CV (%)                                           | 13,63         | 13,63                          | 17,92     | 17,92                          |
| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | 45            | 45                             | 60        | 60                             |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 250                                              | 40,60 Aa      | 40,00 Aa                       | 76,80 Aa  | 78,20 Aa                       |
| 500                                              | 33,40 Aa      | 37,80 Aa                       | 76,80 Aa  | 79,00 Aa                       |
| 750                                              | 28,60 Aa      | 49,80 Ab                       | 70,20 Aa  | 80,80 Ab                       |
| 1000                                             | 36,20 Aa      | 42,20 Ab                       | 78,40 Aa  | 82,00 Ab                       |
| CV(%)                                            | 18,80         | 18,80                          | 9,62      | 9,62                           |
| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | 75            | 75                             | 90        | 90                             |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 250                                              | 121,60 Aa     | 118,60 Aa                      | 132,60 Aa | 126,00 Aa                      |
| 500                                              | 123,00 Aa     | 128,00 Aa                      | 119,40 Aa | 132,40 Ab                      |
| 750                                              | 115,80 Aa     | 124,00 Aa                      | 127,80 Aa | 130,60 Aa                      |
| 1000                                             | 120,20 Aa     | 121,80 Aa                      | 123,60 Aa | 127,20 Aa                      |
| CV (%)                                           | 9,90          | 9,90                           | 8,59      | 8,59                           |
| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | 105           | 105                            | 120       | 120                            |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 250                                              | 135,80 Ab     | 129,60 Aa                      | 144,30 Aa | 140,30 Aa                      |
| 500                                              | 126,60 Aa     | 133,00 Aa                      | 152,90 Aa | 152,20 Aa                      |
| 750                                              | 138,80 Aa     | 128,40 Aa                      | 146,90 Aa | 143,60 Aa                      |
| 1000                                             | 125,20 Aa     | 124,80 Aa                      | 143,04 Aa | 143,16 Aa                      |
| CV(%)                                            | 8,25          | 8,25                           | 10,51     | 10,51                          |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Observa-se na Figura 14 que o crescimento das plantas usando a fonte cloreto de potássio, foi lento até os 30 dias, após este período houve um crescimento linear.

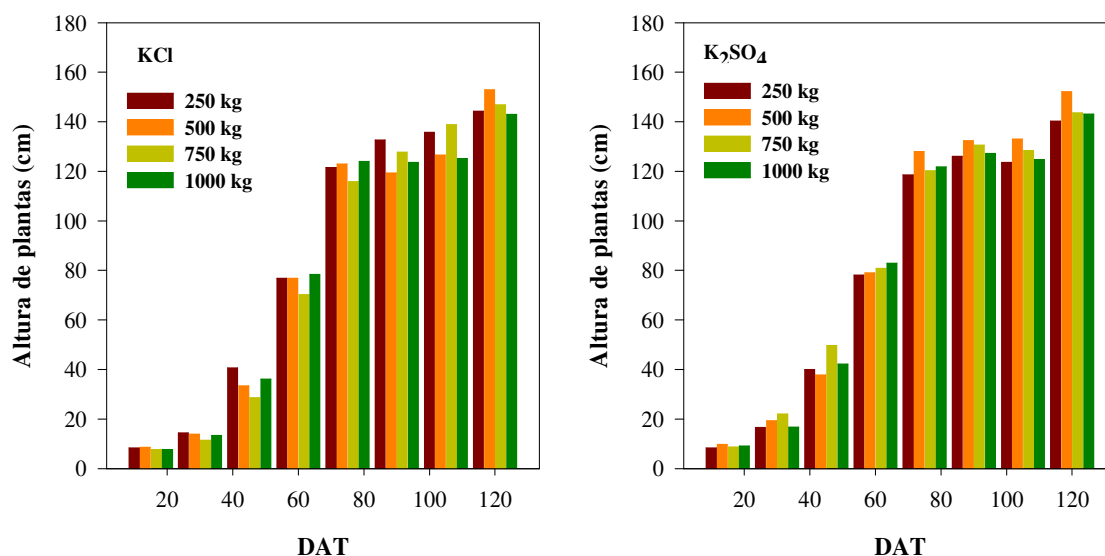


Figura 14. Altura das plantas avaliadas quinzenalmente em função de fontes, doses de potássio e épocas.

#### 5. 4. 2 Altura da primeira bifurcação

Não houve diferença significativa ao parâmetro biométrico avaliado para fontes e doses de potássio bem como a interação (KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) como-se observa na Tabela 7.

Tabela 7. Análise de variância para altura da primeira bifurcação em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL    | SQ       | QM      | F                    |
|-----------------------|-------|----------|---------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1     | 184,900  | 184,900 | 0,1122 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3     | 64,300   | 21,433  | 0,8166 <sup>ns</sup> |
| Interação (AxB)       | 3     | 105,100  | 35,033  | 0,6788 <sup>ns</sup> |
| Bloco                 | 4     | 504,350  | 126,087 |                      |
| erro                  | 28    | 1924,450 | 68,730  |                      |
| Total                 | 39    | 2783,100 |         |                      |
| CV (%)                | 23,79 |          |         |                      |

ns-não significativo

Segundo Malavolta (1980), a baixa concentração de zinco consiste em encurtamentos dos internódios, devido a grande diminuição no nível de RNA que resulta menor síntese de proteína e dificuldade para divisão celular, Tabela 54.

Tabela 8. Média da altura da primeira bifurcação (cm) em função de fontes e doses de potássio.

| <b>K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |              |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>Total</b> |
| <b>250</b>                               | 33,3Aa             | 34,0Aa                             | 33,65        |
| <b>500</b>                               | 30,7Aa             | 36,9Aa                             | 33,80        |
| <b>750</b>                               | 35,8Aa             | 37,7Aa                             | 36,75        |
| <b>1000</b>                              | 30,3Aa             | 39,0Aa                             | 34,65        |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Conforme demonstrado na Figura 15 a altura da primeira bifurcação para o tratamento usando a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentou regressão quadrática, com o aumento da dose K.

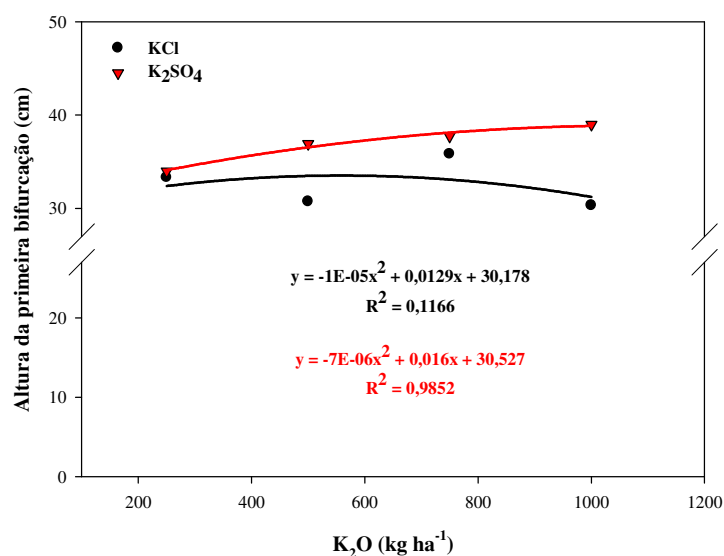


Figura 15. Altura da primeira bifurcação em função de fontes e doses de potássio.

Tabela 9. Altura da primeira bifurcação em função de fontes, doses de potássio e épocas.

| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | Coletas (DAT) |                                |          |                                |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|----------|--------------------------------|
|                                                  | 60            | 60                             | 75       | 75                             |
|                                                  | Tratamentos   |                                |          |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl      | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| <b>250</b>                                       | 32,60 Aa      | 33,50 Aa                       | 33,60 Aa | 34,10 Aa                       |
| <b>500</b>                                       | 30,10 Aa      | 35,50 Aa                       | 30,90 Aa | 37,30 Aa                       |
| <b>750</b>                                       | 34,50 Aa      | 37,30 Aa                       | 36,10 Aa | 37,60 Aa                       |
| <b>1000</b>                                      | 29,60 Aa      | 38,80 Aa                       | 30,50 Aa | 38,80 Aa                       |
| <b>CV(%)</b>                                     | 23,35         | 23,35                          | 24,35    | 24,35                          |
| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | 90            | 90                             | 105      | 105                            |
|                                                  |               |                                |          |                                |
|                                                  |               |                                |          |                                |
|                                                  |               |                                |          |                                |
| <b>250</b>                                       | 33,60 Aa      | 34,10 Aa                       | 33,60 Aa | 34,10 Aa                       |
| <b>500</b>                                       | 30,90 Aa      | 37,30 Aa                       | 30,90 Aa | 37,30 Aa                       |
| <b>750</b>                                       | 36,10 Aa      | 37,60 Aa                       | 36,10 Aa | 37,60 Aa                       |
| <b>1000</b>                                      | 30,50 Aa      | 38,80 Aa                       | 30,50 Aa | 38,80 Aa                       |
| <b>CV(%)</b>                                     | 24,28         | 24,28                          | 24,24    | 24,24                          |
| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | 120           | 120                            |          |                                |
|                                                  |               |                                |          |                                |
|                                                  |               |                                |          |                                |
|                                                  |               |                                |          |                                |
| <b>250</b>                                       | 33,60 Aa      | 34,10 Aa                       |          |                                |
| <b>500</b>                                       | 30,90 Aa      | 37,30 Aa                       |          |                                |
| <b>750</b>                                       | 36,10 Aa      | 37,60 Aa                       |          |                                |
| <b>1000</b>                                      | 30,50 Aa      | 38,80 Aa                       |          |                                |
| <b>CV%</b>                                       | 23,91         | 23,91                          |          |                                |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

#### 5. 4. 3 Número de folhas

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 10 para o número de folhas totalmente expandidas, houve diferença significativa para os tratamentos assim como para as doses estudadas. Entretanto não houve significância na interação (fontes e doses).

Tabela 10. Análise de variância para número de folhas em função de fontes e doses crescente de potássio.

| Fonte de variação     | GL   | SQ      | QM      | F                    |
|-----------------------|------|---------|---------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1    | 199,183 | 199,183 | 0,0000**             |
| Doses (B)             | 3    | 169,436 | 56,478  | 0,0015*              |
| Interação (AxB)       | 3    | 35,708  | 11,902  | 0,2588 <sup>ns</sup> |
| Bloco                 | 4    | 55,823  | 13,955  |                      |
| erro                  | 28   | 235,287 | 8,403   |                      |
| Total                 | 39   | 695,440 |         |                      |
| CV (%)                | 4,32 |         |         |                      |

\*\*altamente significativo, \*significativo, ns-não significativo

A Tabela 11 apresenta o valor médio do número de folhas para cada tratamento durante o período experimental. A literatura relata muitas referências relacionadas ao antagonismo entre Mg e Ca de um lado e Mg e K, com o aumento na concentração K pode ter diminuído a absorção do Mg, a possível falta de Mg pode ter induzido a planta a perder folha, o elemento corresponde a 2,7% do peso molecular das porfirinas, tendo como principal função ativar enzimas relacionadas ao metabolismo energético (Tabela 52).

O tratamento usando a fonte sulfato de potássio foi superior na produção de folhas, quando comparado com a fonte KCl. A menor produção de folhas com a fonte KCl pode estar relacionada ao cloro que é um micronutriente, porém as plantas exigem-no em proporções muito pequenas, o excesso causa toxidez como prejuízo as plantas perdem suas folhas. Em contrapartida a fonte sulfato de potássio o enxofre que é um macronutriente as plantas exigem em maiores quantidades que o cloro.

Tabela 11. Média do número de folhas em função de fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| 250                                  | 63,45 Aa    | 66,45 Aa                       | 64,95 |
| 500                                  | 67,80 Aa    | 72,95 Bb                       | 70,37 |
| 750                                  | 63,63 Aa    | 70,88 ABb                      | 67,25 |
| 1000                                 | 64,83 Aa    | 67,65 Aa                       | 66,23 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 16 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática para média geral do número de folhas.

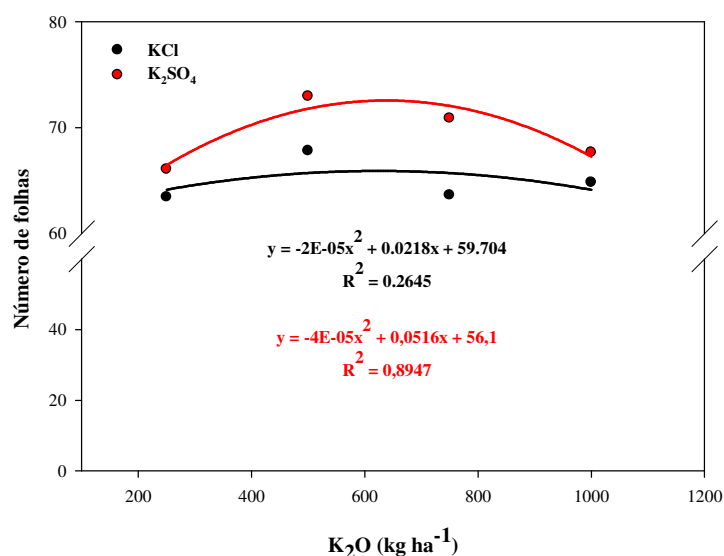


Figura 16. Número de folhas em função de fontes e doses de potássio.

Quanto ao aspecto físico, observou alterações nas folhas em função do excesso de K. As folhas das plantas que receberam maiores concentrações de minerais apresentaram secamento das pontas nas margens das folhas mais velhas seguidas de queima nas bordas, limbo com maior espessura e aspecto coreáceo, folhas sem turgidez, sinais típicos de plantas sob estresse (Figura 17).

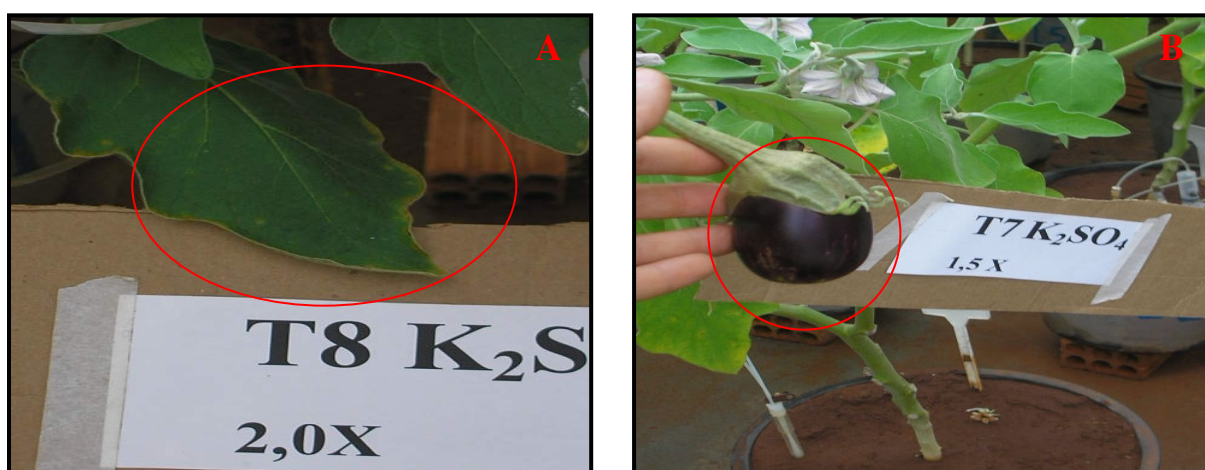


Figura 17. Sintomas do excesso de K em plantas de berinjela: queimadura da borda das folhas (A) e deformação de frutos (B).

Na Tabela 12 observa-se à média da produção de folhas durante o período experimental, segundo a análise de variância aos 45 DAT houve diferença significativa para dose usando a fonte cloreto de potássio. Está diferença foi observada na dose 750 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> que iniciaram com uma concentração superior de K, entretanto aos 45 DAT está concentração ideal se tornou excesso, e os tratamentos com as 250 e 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> atingiram a concentração ideal para a cultura e produziram mais folhas que os tratamentos referidos.

Tabela 12. Média do número de folhas durante o experimento em função das coletas, fontes e doses de potássio.

| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | Coletas (DAT) |                                |           |                                |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
|                                                  | 15            | 15                             | 30        | 30                             |
|                                                  | Tratamentos   |                                |           |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| <b>250</b>                                       | 4,40 Aa       | 4,00 Aa                        | 7,00 Aa   | 7,00 Aa                        |
| <b>500</b>                                       | 4,20 Aa       | 4,80 Aa                        | 6,80 Aa   | 6,80 Aa                        |
| <b>750</b>                                       | 4,20 Aa       | 4,60 Aa                        | 6,00 Aa   | 7,20 Aa                        |
| <b>1000</b>                                      | 4,20 Aa       | 4,60 Aa                        | 7,40 Aa   | 8,00 Aa                        |
| <b>CV(%)</b>                                     | 15,60         | 15,60                          | 15,16     | 15,16                          |
| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | 45            | 45                             | 60        | 60                             |
|                                                  | 45            | 45                             | 60        | 60                             |
|                                                  | Tratamentos   |                                |           |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| <b>250</b>                                       | 9,40 ABa      | 9,40 Aa                        | 26,00 Aa  | 25,00 Aa                       |
| <b>500</b>                                       | 8,80 ABa      | 9,40 Aa                        | 23,40 Aa  | 27,60 Aa                       |
| <b>750</b>                                       | 7,40 Aa       | 8,60 Aa                        | 20,60 Aa  | 20,00 Aa                       |
| <b>1000</b>                                      | 10,20 Ba      | 10,20 Aa                       | 24,60 Aa  | 26,60 Aa                       |
| <b>CV(%)</b>                                     | 14,31         | 14,31                          | 17,70     | 17,70                          |
| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | 75            | 75                             | 90        | 90                             |
|                                                  | 75            | 75                             | 90        | 90                             |
|                                                  | Tratamentos   |                                |           |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| <b>250</b>                                       | 83,00 Aa      | 84,40 Aa                       | 77,20 Aa  | 84,80 Aa                       |
| <b>500</b>                                       | 81,40 Aa      | 85,60 Aa                       | 89,00 Aa  | 92,00 Aa                       |
| <b>750</b>                                       | 67,80 Aa      | 80,60 Aa                       | 90,20 Aa  | 87,60 Aa                       |
| <b>1000</b>                                      | 79,20 Aa      | 81,20 Aa                       | 82,40 Aa  | 77,40 Aa                       |
| <b>CV(%)</b>                                     | 17,04         | 17,04                          | 18,63     | 18,63                          |
| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | 105           | 105                            | 120       | 120                            |
|                                                  | 105           | 105                            | 120       | 120                            |
|                                                  | Tratamentos   |                                |           |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| <b>250</b>                                       | 145,80 Aa     | 151,00 Aa                      | 154,80 Aa | 163,00 Aa                      |
| <b>500</b>                                       | 159,40 Aa     | 172,00 Aa                      | 169,40 Aa | 185,40 Aa                      |
| <b>750</b>                                       | 144,60 Aa     | 162,00 Aa                      | 168,20 Aa | 191,40 Aa                      |
| <b>1000</b>                                      | 146,00 Aa     | 160,00 Aa                      | 164,60 Aa | 173,20 Aa                      |
| <b>CV(%)</b>                                     | 19,92         | 19,92                          | 21,64     | 21,64                          |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Observando a Figura 18 aos 60 DAT a produção de folhas foi lenta, após o período houve um crescimento linear, praticamente as plantas dobraram a quantitativamente o número de folhas.

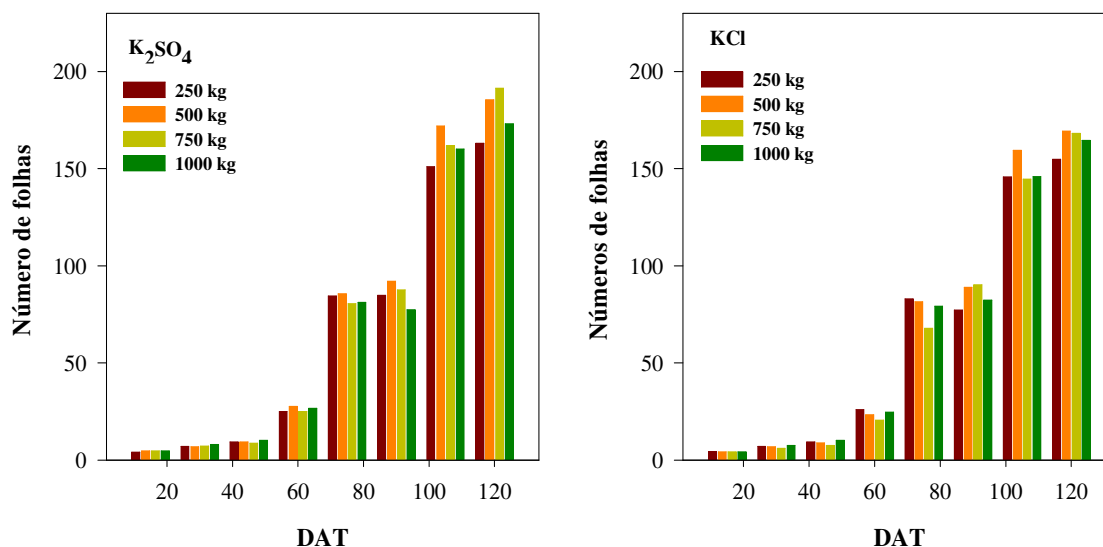


Figura 18. Número de folhas durante o período experimental em função de época de coleta, fonte e doses crescentes de potássio.

#### 5. 4. 4 Número de flores

Em virtude da queda de flores observada aos 45 dias após o transplante, foi verificada a necessidade de contar o número de flores produzidas. Esperava-se para cada internódio da planta a emissão de flores. A relação entre as flores que chegaram a abrir e os frutos efetivamente formados, resultando na porcentagem de pagamento de frutos avaliados no experimento. Os resultados da análise de variância apresentada na Tabela 13 resumem a relação entre o número total de flores das plantas em função das fontes e doses crescentes de potássio.

Tabela 13. Análise de variância para o número de flores em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ        | QM        | F        |
|------------------------------|------|-----------|-----------|----------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 10791,225 | 10791,225 | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 7020,675  | 2340,225  | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 2509,275  | 836,425   | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>                 | 4    | 215,900   | 53,975    |          |
| <b>erro</b>                  | 28   | 1275,700  | 45,560    |          |
| <b>Total</b>                 | 39   | 21812,775 |           |          |
| <b>CV (%)</b>                | 5,07 |           |           |          |

\*\* Altamente significativo

Como observado na Tabela 14 os tratamentos foram altamente significativos. Está provável diferença está relacionado ao antagonismo dos minerais, o efeito de altas concentrações de K diminuíram a produção de flores principalmente para o tratamento com a fonte cloreto de potássio.

Tabela 14. Média do número de flores em função das fontes e doses de potássio.

| <b>K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |              |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>Média</b> |
| <b>250</b>                               | 125,60 BCa         | 137,20 Ab                          | 131,00       |
| <b>500</b>                               | 127,80 Ca          | 165,20 Bb                          | 147,00       |
| <b>750</b>                               | 114,60 Ba          | 169,80 Bb                          | 142,00       |
| <b>1000</b>                              | 98,60 Aa           | 125,80 Ab                          | 112,00       |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Brandão Filho (2001), trabalhando com híbrido de berinjela denominado de Nápoli, para condições de casa de vegetação, relatou que as plantas produziram em média 180 flores. Com base na literatura mencionada observou-se que o estresse mineral induzido afetou a variável analisada.

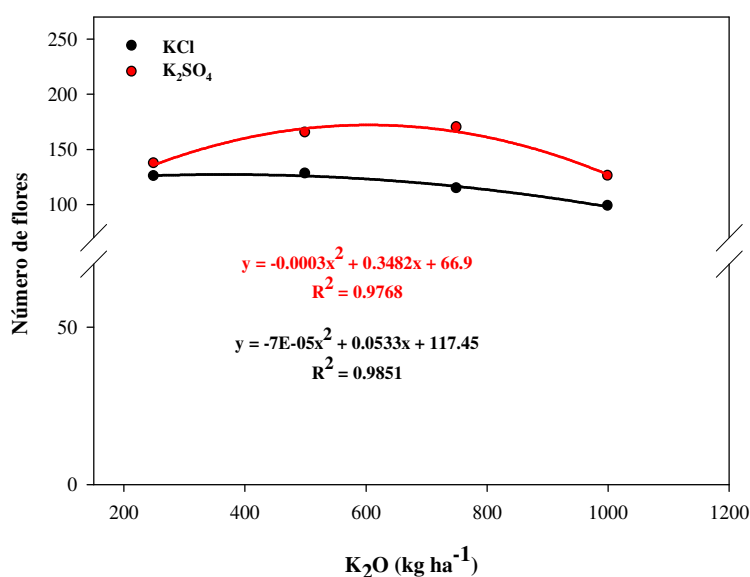


Figura 19. Número de flores em função de fontes e doses de potássio.

Na Tabela 15 observa-se a produção de flores durante o período experimental, as coletas aos 47, 50, 54, 62, 65, 67 DAT foram significativas ao nível 5% de probabilidade, para o tratamento com a dose de 750 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> de sulfato de potássio, sendo superior, quando comparado com a fonte KCl.

Tabela 15. Número de flores em função das fontes, doses de potássio e épocas de coletas.

| Doses<br>( $K_2O$ kg ha <sup>-1</sup> ) | Coletas (DAT) |           |         |           |
|-----------------------------------------|---------------|-----------|---------|-----------|
|                                         | 45            | 45        | 47      | 47        |
|                                         | Tratamentos   |           |         |           |
|                                         | KCl           | $K_2SO_4$ | KCl     | $K_2SO_4$ |
| 250                                     | 1,20 Aa       | 2,60 Aa   | 1,40 Aa | 3,60 ABa  |
| 500                                     | 1,80 Aa       | 2,20 Aa   | 2,00 Aa | 2,00 Aa   |
| 750                                     | 1,80 Aa       | 2,80 Aa   | 2,00 Aa | 6,00 Ba   |
| 1000                                    | 0,60 Aa       | 1,00 Aa   | 1,00 Aa | 2,60 ABb  |
| CV (%)                                  | 82,53         | 82,53     | 77,30   | 77,30     |

| Doses<br>( $K_2O$ kg ha <sup>-1</sup> ) | Coletas (DAT) |           |         |           |
|-----------------------------------------|---------------|-----------|---------|-----------|
|                                         | 50            | 50        | 54      | 54        |
|                                         | Tratamentos   |           |         |           |
|                                         | KCl           | $K_2SO_4$ | KCl     | $K_2SO_4$ |
| 250                                     | 2,80 Aa       | 4,80 Aa   | 5,00 Aa | 5,20 Aa   |
| 500                                     | 4,00 Aa       | 4,80 Aa   | 5,40 Aa | 6,80 Aa   |
| 750                                     | 3,80 Aa       | 8,40 Ab   | 4,60Aa  | 9,40 Aa   |
| 1000                                    | 3,80 Aa       | 4,60 Ab   | 3,00 Aa | 5,40 Ab   |

|                                                             |                    |                                    |            |                                    |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------|------------------------------------|
| <b>CV (%)</b>                                               | 61,38              | 61,38                              | 53,34      | 53,34                              |
| <b>Coletas (DAT)</b>                                        |                    |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>56</b>          | <b>56</b>                          | <b>58</b>  | <b>58</b>                          |
| <b>250</b>                                                  | 6,00 Aa            | 7,40 Aa                            | 8,20 Aa    | 8,00 Aa                            |
| <b>500</b>                                                  | 6,00 Aa            | 8,40 Aa                            | 5,20 Aa    | 8,60 Aa                            |
| <b>750</b>                                                  | 5,40 Aa            | 8,80 Aa                            | 5,80 Aa    | 9,40 Aa                            |
| <b>1000</b>                                                 | 3,00 Aa            | 6,80 Aa                            | 3,20 Aa    | 6,80 Aa                            |
| <b>CV (%)</b>                                               | 54,98              | 54,98                              | 54,64      | 54,64                              |
| <b>Coletas (DAT)</b>                                        |                    |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>60</b>          | <b>60</b>                          | <b>62</b>  | <b>62</b>                          |
| <b>250</b>                                                  | 7,20 Aa            | 7,00 Aa                            | 9,40 Aa    | 10,40 Aa                           |
| <b>500</b>                                                  | 4,00 Aa            | 5,80 Aa                            | 7,60 Aa    | 11,40 Aa                           |
| <b>750</b>                                                  | 5,20 Aa            | 7,40 Aa                            | 6,60 Aa    | 12,80 Ab                           |
| <b>1000</b>                                                 | 3,80 Aa            | 5,80 Aa                            | 6,40 Aa    | 9,80 Aa                            |
| <b>CV (%)</b>                                               | 42,49              | 42,49                              | 43,39      | 43,39                              |
| <b>Coletas (DAT)</b>                                        |                    |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>65</b>          | <b>65</b>                          | <b>67</b>  | <b>67</b>                          |
| <b>250</b>                                                  | 11,00 Aa           | 14,00 Aa                           | 10,00 Aa   | 13,20 Aa                           |
| <b>500</b>                                                  | 10,20 Aa           | 12,80 Aa                           | 10,80 Aa   | 14,20 Aa                           |
| <b>750</b>                                                  | 8,20 Aa            | 14,20 Aa                           | 8,80 Aa    | 15,60 Ab                           |
| <b>1000</b>                                                 | 7,80 Aa            | 10,00 Ab                           | 8,20 Aa    | 10,60 Aa                           |
| <b>CV (%)</b>                                               | 40,84              | 40,84                              | 34,32      | 34,32                              |
| <b>Coletas (DAT)</b>                                        |                    |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>69</b>          | <b>69</b>                          | <b>71</b>  | <b>71</b>                          |
| <b>250</b>                                                  | 9,80 Aa            | 13,00 Aa                           | 11,60 Aa   | 10,80 Aa                           |
| <b>500</b>                                                  | 10,20 Aa           | 13,00 Aa                           | 10,00 Aa   | 15,80 Aa                           |
| <b>750</b>                                                  | 8,80 Aa            | 15,60 Ab                           | 10,60 Aa   | 12,40 Aa                           |
| <b>1000</b>                                                 | 7,80 Aa            | 10,80 Ab                           | 7,60 Aa    | 11,40 Aa                           |
| <b>CV (%)</b>                                               | 36,00              | 36,00                              | 44,94      | 44,94                              |
| <b>Coletas (DAT)</b>                                        |                    |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>80</b>          | <b>80</b>                          | <b>84</b>  | <b>84</b>                          |
| <b>Doses</b><br><b>( K<sub>2</sub>O kg ha<sup>1</sup> )</b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>KCl</b> | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> |
| <b>250</b>                                                  | 9,20 Aa            | 9,40 Aa                            | 8,40 Aa    | 8,60 Aa                            |
| <b>500</b>                                                  | 9,20 Aa            | 13,40 Aa                           | 10,80 Aa   | 10,80 Aa                           |
| <b>750</b>                                                  | 11,40 Aa           | 9,80 Aa                            | 9,00 Aa    | 9,00 Aa                            |
| <b>1000</b>                                                 | 10,00 Aa           | 7,00 Aa                            | 9,20 Aa    | 7,00 Aa                            |
| <b>CV (%)</b>                                               | 41,40              | 41,40                              | 38,46      | 38,46                              |
| <b>Coletas (DAT)</b>                                        |                    |                                    |            |                                    |
|                                                             | <b>90</b>          | <b>90</b>                          | <b>105</b> | <b>105</b>                         |
| <b>250</b>                                                  | 9,20 Aa            | 8,20 Aa                            | 7,60 Aa    | 4,60 Aa                            |

|                      |            |            |         |          |
|----------------------|------------|------------|---------|----------|
| <b>500</b>           | 12,80 Aa   | 11,40 Aa   | 8,60 Aa | 11,60 Aa |
| <b>750</b>           | 9,40 Aa    | 11,00 Aa   | 4,20 Aa | 8,00 Aa  |
| <b>1000</b>          | 8,80 Aa    | 6,40 Aa    | 6,40 Aa | 8,40 Aa  |
| <b>CV (%)</b>        | 54,97      | 54,97      | 56,14   | 56,14    |
| <b>Coletas (DAT)</b> |            |            |         |          |
|                      | <b>113</b> | <b>113</b> |         |          |
| <b>250</b>           | 7,60 Aa    | 6,40 Aa    |         |          |
| <b>500</b>           | 9,00 Aa    | 12,20 Aa   |         |          |
| <b>750</b>           | 9,00 Aa    | 9,20 Aa    |         |          |
| <b>1000</b>          | 8,00 Aa    | 11,80 Aa   |         |          |
| <b>CV (%)</b>        | 65,20      | 65,20      |         |          |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

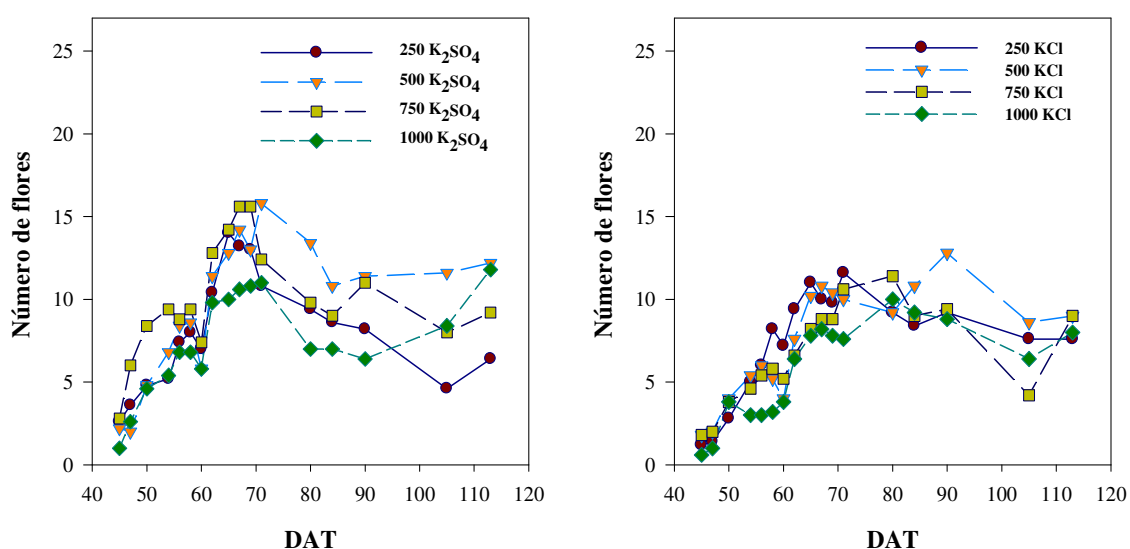


Figura 20. Número de flores em plantas de berinjela em função de fontes e doses potássio.

#### 5. 4. 5 Número de flores abortadas

A análise de variância dos dados relativos a número de flores abortadas pode ser observada na Tabela 16. Observa-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as fontes e doses crescentes de fertilizante potássicos utilizados, bem como a interação entre (fonte e dose).

Tabela 16. Análise de variância para o número de flores abortadas em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ      | QM     | F        |
|------------------------------|------|---------|--------|----------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 25,600  | 25,600 | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 63,400  | 21,133 | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 133,000 | 44,333 | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>                 | 4    | 2,006   | 0,5015 |          |
| <b>erro</b>                  | 28   | 16,843  | 0,6015 |          |
| <b>Total</b>                 | 39   | 240,850 |        |          |
| <b>CV (%)</b>                | 7,83 |         |        |          |

\*\* Altamente significativo

Nota-se (Tabela 17) que o cloreto de potássio apresentou média superior em relação ao sulfato de potássio exceto para 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, ratificando as suposições já realizadas sobre o índice salino da fonte, a qual levou a um maior abortamento de flores.

Tabela 17. Média do número de flores abortadas em função das fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| <b>250</b>                           | 8,60 Aa     | 12,60 Cb                       | 10,60 |
| <b>500</b>                           | 10,60 Bb    | 6,40 Aa                        | 8,50  |
| <b>750</b>                           | 11,60 BCb   | 6,20 Aa                        | 8,90  |
| <b>1000</b>                          | 12,00 Ca    | 11,20 Ba                       | 11,60 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 21 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base na média do número de flores abortadas.

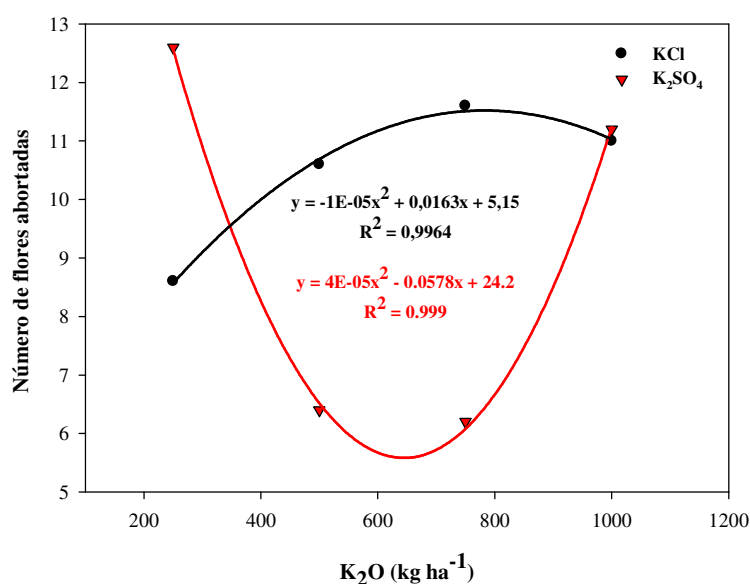


Figura 21. Número de flores abortadas em função das doses e fontes potássicas.

Na Tabela 18 observa-se que até os 94 DAT a taxa de abortamento foi lenta, após a mesma evidenciou que o abortamento das flores foi superior aos 104 DAT. Ficou evidente que a maior quantidade de flores abortadas foi para o excesso de KCl.

Tabela 18. Média do número de flores abortadas em função de fontes, doses de potássio e épocas de coletas.

| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>1</sup> ) | Coletas (DAT) |                                |        |                                |
|--------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|
|                                                  | 56            | 56                             | 61     | 61                             |
|                                                  | Tratamentos   |                                |        |                                |
|                                                  | KCl           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl    | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | 250           | 0,0 Aa                         | 0,0 Aa | 0,0 Aa                         |
| 500                                              | 0,2 Aa        | 0,0 Aa                         | 0,0 Aa | 0,2 Aa                         |
| 750                                              | 0,0 Aa        | 0,8 Aa                         | 1,2 Aa | 0,4 Aa                         |
| 1000                                             | 0,6 Aa        | 0,0 Aa                         | 0,2 Aa | 0,6 Aa                         |
|                                                  | Coletas (DAT) |                                |        |                                |
|                                                  | 66            | 66                             | 73     | 73                             |
|                                                  | 250           | 0,0 Aa                         | 0,6 Aa | 0,4 Aa                         |
|                                                  | 500           | 1,2 Aa                         | 0,8 Aa | 0,0 Aa                         |
|                                                  | 750           | 0,4 Aa                         | 0,8 Aa | 0,0 Aa                         |
| 1000                                             | 0,2 Aa        | 0,2 Aa                         | 0,6 Aa | 0,0 Aa                         |
| Coletas (DAT)                                    |               |                                |        |                                |

|                      | 77      | 77     | 88     | 88     |
|----------------------|---------|--------|--------|--------|
| 250                  | 1,2 Aa  | 1,2 Aa | 1,4 Aa | 3,4 Aa |
| 500                  | 1,0 Aa  | 0,0 Aa | 1,0 Aa | 0,0 Aa |
| 750                  | 0,0 Aa  | 0,0 Aa | 1,2 Aa | 1,6 Aa |
| 1000                 | 0,2 Aa  | 0,8 Aa | 2,0 Aa | 3,6 Aa |
| <b>Coletas (DAT)</b> |         |        |        |        |
|                      | 94      | 94     | 104    | 104    |
| 250                  | 2,2 Aa  | 1,8 Aa | 2,6 Aa | 1,2 Aa |
| 500                  | 0,8 Aa  | 3,0 Aa | 5,2 Aa | 1,6 Aa |
| 750                  | 1,4 Aa  | 1,2 Aa | 3,2 Aa | 0,8 Aa |
| 1000                 | 2,8 Aa  | 1,2 Aa | 5,2 Aa | 4,2 Aa |
| <b>Coletas (DAT)</b> |         |        |        |        |
|                      | 111     | 111    |        |        |
| 250                  | 0,8 ABa | 0,6 Aa |        |        |
| 500                  | 1,2 ABa | 0,8 Aa |        |        |
| 750                  | 4,2 Bb  | 0,6 Aa |        |        |
| 1000                 | 0,2 Aa  | 0,6 Aa |        |        |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

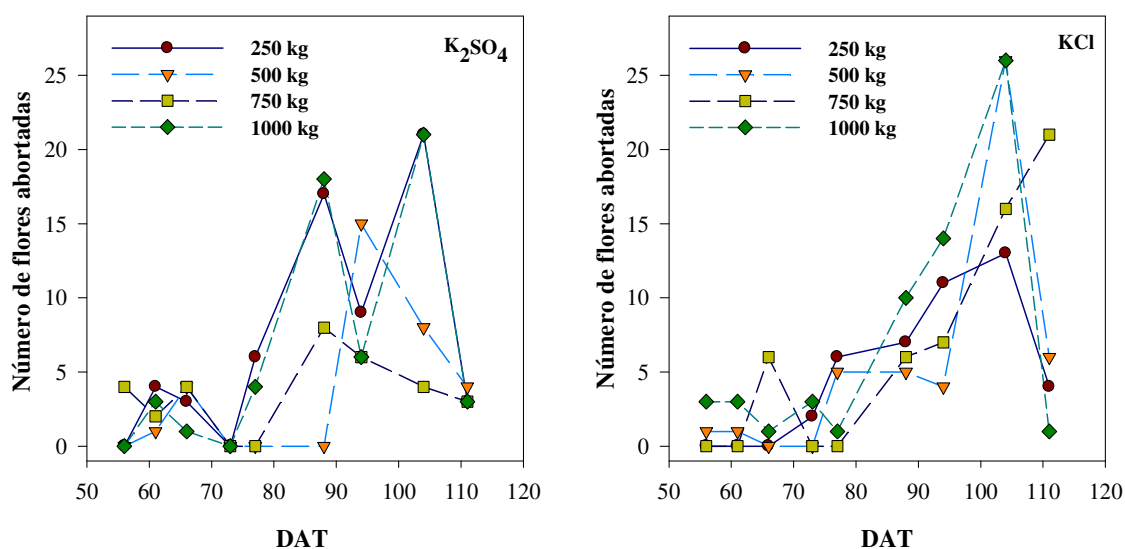


Figura 22. Número de flores abortadas em função de fontes e doses de potássio.

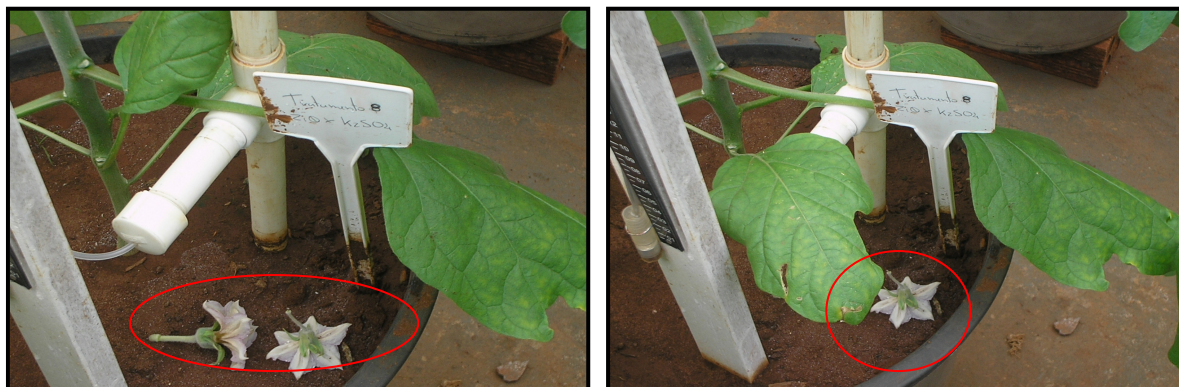


Figura 23. Flores abortadas de berinjela

#### 5. 4. 6 Produção de frutos

Na Tabela 19 apresenta os resultados da análise de variância para o parâmetro produção. Não houve diferença significativa entre as fontes e interação. Entretanto para as doses crescentes de K apresentaram diferença significativa. Para a caracterização agrônômica da cultura, monitorou-se o número total de frutos e sua relação com os tratamentos, durante as diferentes fases de desenvolvimento. A análise de variância, quadrado médio e o teste F estão resumidos na Tabela 19. Os valores médios do parâmetro encontram-se resumidos na Tabela 20.

Tabela 19. Análise de variância para o número de frutos em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL           | SQ             | QM     | F                    |
|-----------------------|--------------|----------------|--------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1            | 4,225          | 4,225  | 0,1458 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3            | 110,075        | 36,691 | 0,0000 <sup>**</sup> |
| Interação (AxB)       | 3            | 20,475         | 6,825  | 0,0253 <sup>ns</sup> |
| Bloco                 | 4            | 0,750          | 0,187  |                      |
| Resíduo               | 28           | 52,850         | 1,887  |                      |
| <b>Total</b>          | <b>39</b>    | <b>188,375</b> |        |                      |
| <b>CV (%)</b>         | <b>35,45</b> |                |        |                      |

<sup>\*\*</sup> Altamente significativo; ns-não significativo

Tabela 20. Média do número de frutos em função de fontes e doses de potássio.

| <b>K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |              |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>Média</b> |
| <b>250</b>                               | 2,6 Aa             | 5,20 Bb                            | 3,90         |
| <b>500</b>                               | 7,0 Ba             | 6,00 Ba                            | 6,50         |
| <b>750</b>                               | 2,4 Aa             | 3,80 ABa                           | 3,10         |
| <b>1000</b>                              | 2,4 Aa             | 1,80 Aa                            | 2,10         |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Analizando a dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> de cloreto e sulfato de potássio com média superior de 7,00 e 6,00 frutos por planta, foi superior, comparado com outras doses do experimento. O K está relacionado ao aumento da produção (SAXENA et al., 1975). Os baixos valores produzidos são em decorrência ao efeito da salinidade, verificando um declínio acentuado na produção. A salinidade máxima do extrato de saturação do solo tolerada pelo tomateiro, cultura da mesma família da berinjela é de 2,5 dS.m<sup>-1</sup> (MAAS e HOFFMAN, 1977), embora possa existir resposta diferenciada à salinidade entre as diferentes cultivares (GORHAM, 1995; ALIAN et al., 2000). Sob salinidade moderada, a redução no rendimento do tomateiro se deve, à redução no peso médio de frutos, enquanto em condições de alta salinidade a redução na produtividade é resultado do menor número de frutos por planta (CUARTERO e MUÑOZ, 1999). O K pode aumentar a produção em cerca de 30% (FREIRE et al., 1980) e, em condições de carência desse nutriente, pode ocorrer redução do peso médio e do tamanho dos frutos e da concentração de sólidos solúveis (CASTELLANE, 1982).

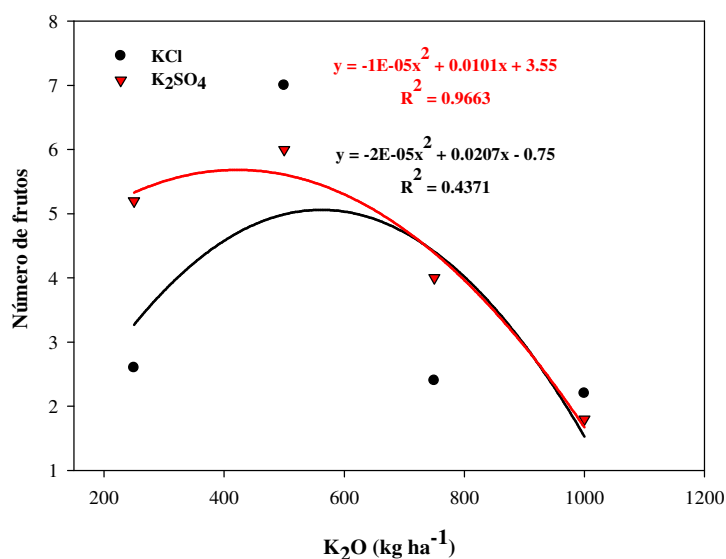


Figura 24. Número de frutos em função de fontes e doses de potássio.

#### 5. 4. 7 Frutos descartados

O número de frutos descartado não apresentou grandes variações em funções das fontes de potássio. A análise de variância para frutos descartados está apresentada na Tabela 21, onde a interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade segundo o teste de Tukey.

Tabela 21. Análise de variância para frutos descartados em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL    | SQ     | QM    | F                    |
|-----------------------|-------|--------|-------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1     | 0,100  | 0,100 | 0,6071 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3     | 1,800  | 0,600 | 0,2063 <sup>ns</sup> |
| Interação (AxB)       | 3     | 4,500  | 4,500 | 0,0163 <sup>*</sup>  |
| Bloco                 | 4     | 1,250  | 0,312 |                      |
| erro                  | 28    | 10,350 | 0,369 |                      |
| Total                 | 39    | 18,000 |       |                      |
| CV (%)                | 60,80 |        |       |                      |

\* significativo, ns-não significativo

Tabela 22. Média do número de frutos descartados em função de fontes e doses de potássio.

| <b>K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |              |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>Média</b> |
| <b>250</b>                               | 0,40 Aa            | 1,20 Ab                            | 0,80         |
| <b>500</b>                               | 1,00 ABa           | 0,60 Aa                            | 0,80         |
| <b>750</b>                               | 1,60 Bb            | 0,60 Aa                            | 1,10         |
| <b>1000</b>                              | 1,20 ABa           | 1,40 Aa                            | 1,30         |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Tabela 22 verifica-se a média dos frutos descartados que não apresentaram coloração vinho escuro, que são os que apresentam melhor cotação no mercado os de coloração escura e formato alongado ou oblongo (HARDER et al., 1998).

Houve interação entre fontes e doses de potássio, foi observado que as plantas que receberam o fertilizante KCl apresentaram descarte de frutos superior, quando comparado com a fonte sulfato de potássio. Entretanto a fonte cloreto de potássio na dose de 750 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou maior número de descarte de frutos.

Foi verificado no fruto uma coloração amarelada que pode ter sido a influência da salinidade. O potássio em quantidades adequadas está relacionado com a qualidade dos frutos (cor, tamanho, acidez, resistência ao transporte, manuseio e armazenamento, valor nutritivo, qualidade indústrias), entretanto o excesso pode ser responsável pela coloração encontrada.

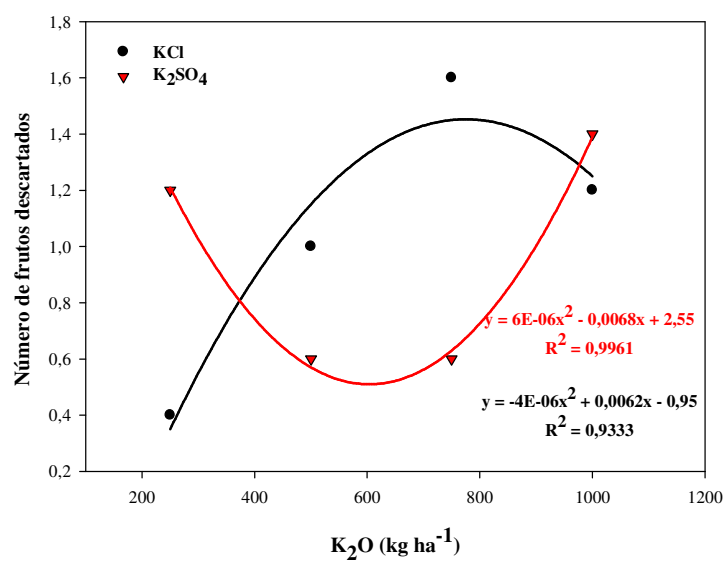


Figura 25. Número de frutos descartados em função de fontes e doses de potássio.

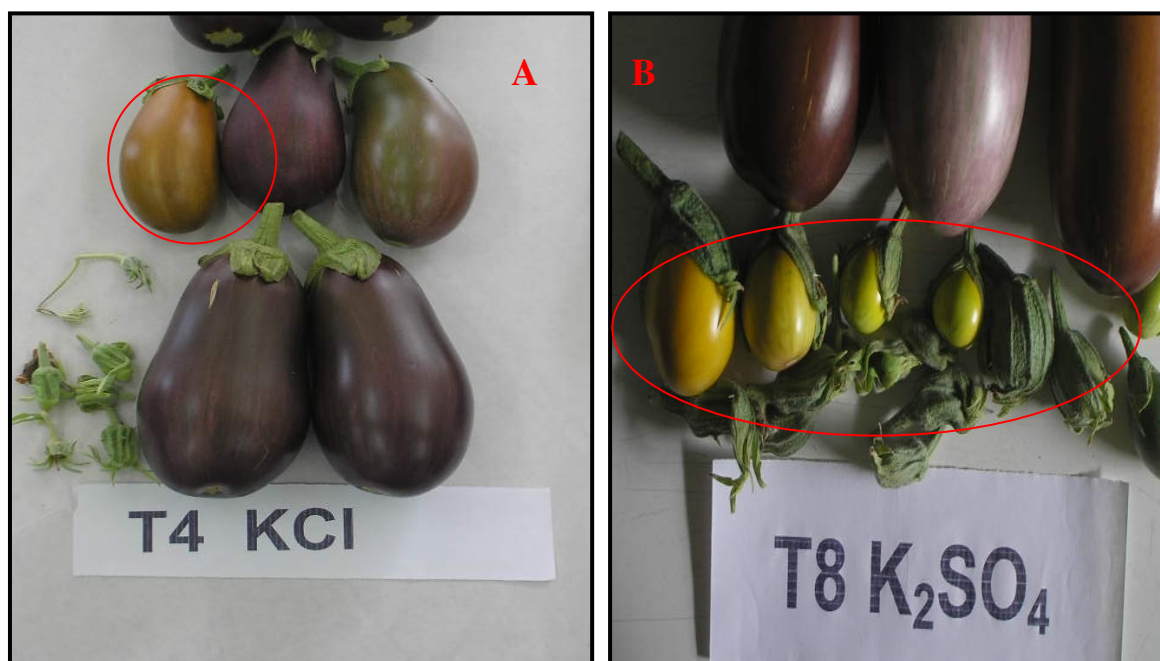


Figura 26. Frutos de berinjela descartados em função da cor e tamanho (A e B).

#### 5. 4. 8 Frutos abortados

Conforme observa-se na Tabelas 23, houve diferença entre os tratamentos, doses e interação para esta característica avaliada.

Tabela 23. Análise de variância para número de frutos abortados em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL    | SQ      | QM     | F        |
|------------------------------|-------|---------|--------|----------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1     | 52,075  | 52,075 | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3     | 75,689  | 25,229 | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3     | 37,721  | 12,573 | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>                 | 4     | 0,344   | 0,0861 |          |
| <b>erro</b>                  | 28    | 3,347   | 0,119  |          |
| <b>Total</b>                 | 39    | 169,179 |        |          |
| <b>CV (%)</b>                | 12,62 |         |        |          |

\*\* Altamente significativo

A característica de frutos abortados pode ser observada na Tabela 24. É possível que essa diferença possa ser atribuída à inibição competitiva que é dada por altas concentrações de potássio, que promove diminuição da absorção do Ca e Mg, que se combina com o mesmo sitio carregador. A fonte cloreto de potássio apresentou maior número de frutos abortados para dose de 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> sendo superior aos demais tratamentos.

Houve diferença significativa para fontes, dose e interação, como pode ser observado na Tabela 24. O cloreto de potássio em altas concentrações causou abortamento de frutos em número superior quando comparado com a fonte sulfato de potássio.

Tabela 24. Média do número de frutos abortados em função de fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| <b>250</b>                           | 2,00 Ab     | 1,00 Aa                        | 1,50  |
| <b>500</b>                           | 2,00 Ab     | 1,40 ABa                       | 1,70  |
| <b>750</b>                           | 3,80 Bb     | 1,80 BCa                       | 5,60  |
| <b>1000</b>                          | 7,72 Cb     | 2,20 Ca                        | 4,20  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 27 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base no número total de frutos abortados.

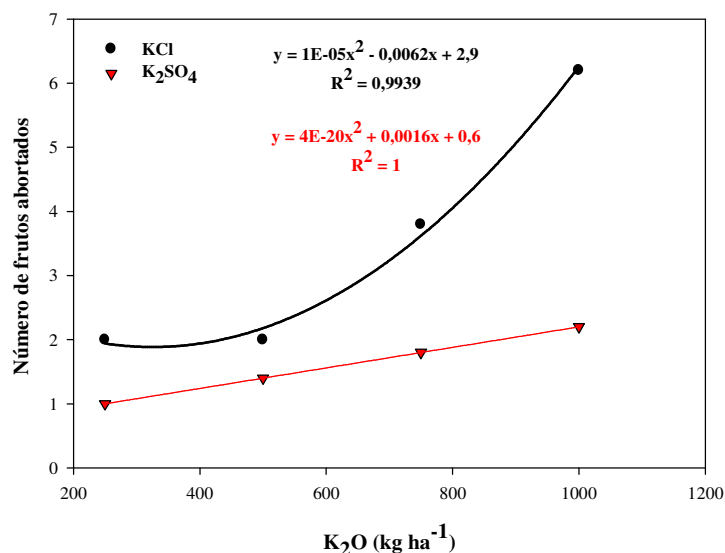


Figura 27. Frutos abortados em função de fontes e doses de potássio.

#### 5. 4. 9 Massa de frutos

O resumo da análise de variância onde se nota que as doses foram significativamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade. Desta forma a Tabela 25 apresenta a análise de variância da média da massa dos frutos.

Tabela 25. Análise de variância para massa dos frutos (g) em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL    | SQ      | QM      | F                    |
|------------------------------|-------|---------|---------|----------------------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1     | 61022   | 61022   | 0,3821 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses (B)</b>             | 3     | 6880249 | 2293416 | 0,0000 <sup>**</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3     | 503863  | 167954  | 0,1138 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>                 | 4     | 222804  | 55701   |                      |
| <b>Resíduo</b>               | 28    | 2166888 | 77388   |                      |
| <b>Total</b>                 | 39    | 9834829 |         |                      |
| <b>CV (%)</b>                | 37,17 |         |         |                      |

<sup>\*\*</sup> Altamente significativo, ns-não significativo

De maneira geral, em todas as doses crescentes, as que apresentaram massa de frutos superior foi com o tratamentos (cloreto e sulfato de potássio) com a dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (Tabela 26).

Tabela 26. Média da massa de frutos (g) em função de fontes e doses de potássio.

| Quantidade K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |         |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|---------|
|                                                 | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média   |
| <b>250</b>                                      | 515,35 Aa   | 903,15 ABb                     | 709,25  |
| <b>500</b>                                      | 1495,03 Ba  | 1361,98 Ba                     | 1428,51 |
| <b>750</b>                                      | 594,53 Aa   | 455,76 Aa                      | 525,15  |
| <b>1000</b>                                     | 232,90 Aa   | 429,38 Aa                      | 331,14  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 28 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base no peso médio de frutos.

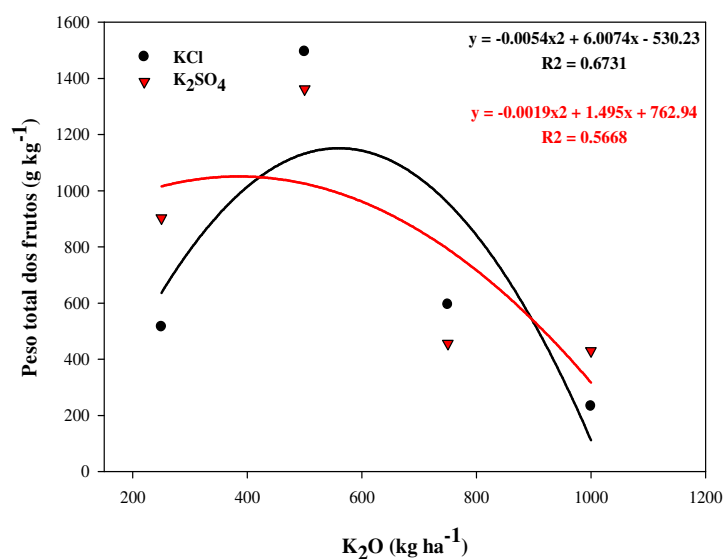


Figura 28. Massa de frutos em função de fontes e doses de potássio.

#### 5. 4 10 Comprimento do fruto

Para a caracterização agronômica da cultura, monitorou-se o comprimento dos frutos e sua relação com fontes e doses crescentes de potássio, durante as colheitas. A análise de variância, quadrado médio e o teste F para este parâmetro estão resumidos na Tabela 27. Os valores médios para este parâmetro encontram-se resumidos na Tabela 28.

Tabela 27. Análise de variância para comprimento de fruto de frutos (cm) em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ      | QM     | F        |
|------------------------------|------|---------|--------|----------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 17,358  | 17,358 | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 247,004 | 82,334 | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 43,4811 | 14,493 | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>                 | 4    | 1,608   | 0,402  |          |
| <b>Resíduo</b>               | 28   | 9,451   | 0,337  |          |
| <b>Total</b>                 | 39   | 318,903 |        |          |
| <b>CV (%)</b>                | 4,80 |         |        |          |

\*\* Altamente significativo

Para o parâmetro avaliado, houve diferença significativa para fontes e doses crescentes de cloreto e sulfato de potássio. Analisando a fonte cloreto de potássio observa-se que as doses 250 e 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> foram iguais estatisticamente, sendo superior quando comparado com as outras doses do experimento.

Para a fonte sulfato de potássio a dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> foi superior, comparado com as doses do tratamento referido.

Podemos verificar que para as condições do experimento proposto o estresse salino interferiu na variável analisada.

Tabela 28. Média do comprimento do fruto (cm) em função de fontes e doses de potássio.

| Quantidade K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                                 | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| <b>250</b>                                      | 15,04 Cb    | 12,38 Ba                       | 13,71 |
| <b>500</b>                                      | 14,78 Ca    | 15,49 Ca                       | 15,13 |
| <b>750</b>                                      | 12,85 Ba    | 9,09 Aa                        | 10,97 |
| <b>1000</b>                                     | 8,38 Aa     | 8,82 Aa                        | 17,20 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 29 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base no comprimento médio de frutos.

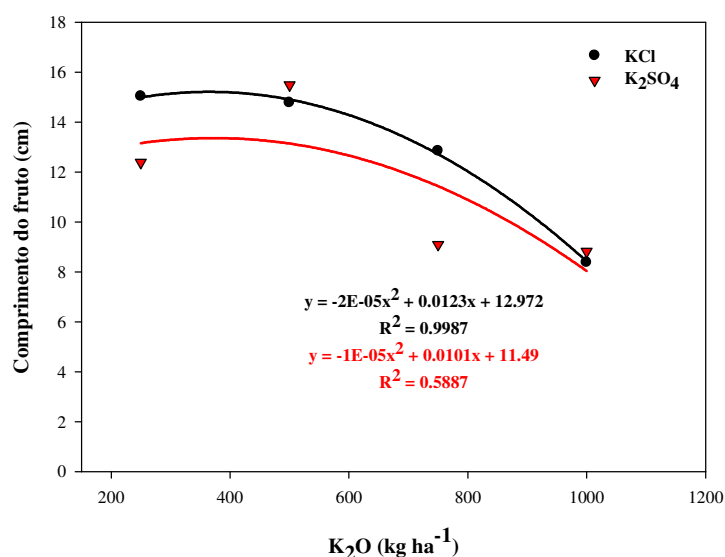


Figura 29. Comprimento de frutos em função de doses e fontes de potássio.

#### 5. 4. 11 Diâmetro do fruto

A análise de variância para os dados referentes a diâmetro do fruto pode ser observada no Tabela 29. Observa-se que houve diferença significativa a 5% de probabilidade, para doses de fertilizantes, bem como para a interação entre fontes e doses.

Tabela 29. Análise de variância para diâmetro do fruto (mm) em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL   | SQ       | QM      | F                    |
|-----------------------|------|----------|---------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1    | 9,584    | 9,584   | 0,0675 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3    | 2014,606 | 671,535 | 0,0000 <sup>**</sup> |
| Interação (AxB)       | 3    | 365,634  | 121,878 | 0,0000 <sup>**</sup> |
| Bloco                 | 4    | 6,790    | 1,697   |                      |
| Resíduo               | 28   | 74,196   | 2,649   |                      |
| Total                 | 39   | 2470,811 |         |                      |
| CV (%)                | 2,93 |          |         |                      |

<sup>\*\*</sup> altamente significativo, ns-não significativo

Conforme a Tabela 30, para o tratamento com a fonte cloreto e sulfato de potássio para dose de 250 e 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> foi significativamente superior, quando comparado com as doses de 750 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Tabela 30. Média do diâmetro do fruto (mm) em função de fontes e doses de potássio.

| Quantidade K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                                 | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| 250                                             | 61,48 Ca    | 59,69 Ba                       | 60,76 |
| 500                                             | 61,92 Ca    | 65,36 Cb                       | 63,64 |
| 750                                             | 42,86 Aa    | 47,81 Ab                       | 45,33 |
| 1000                                            | 58,28 Ba    | 47,77 Aa                       | 53,02 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 30 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base no diâmetro médio de frutos.

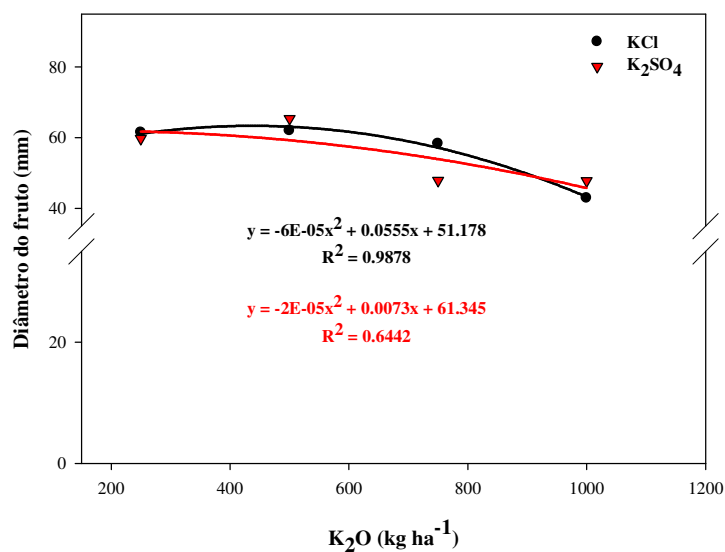


Figura 30. Diâmetro do fruto em função de doses e fontes de potássio.

#### 5. 4. 12 Volume de raiz

Através da análise dos dados de volume de raiz, foi observado diferença significativa entre as fontes e interação entre KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Tabela 31).

Tabela 31. Análise de variância do volume de raiz (mL) em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ     | QM     | F                    |
|------------------------------|------|--------|--------|----------------------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 286890 | 286890 | 0,0016*              |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 108900 | 36300  | 0,1713 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 168150 | 56050  | 0,0675 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>                 | 2    | 10033  | 5016   |                      |
| <b>Resíduo</b>               | 14   | 263433 | 18816  |                      |
| <b>Total</b>                 | 23   | 837407 |        |                      |
| <b>CV (%)</b>                | 8,60 |        |        |                      |

\* significativo, ns-não significativo

Ao analisar a fonte sulfato de potássio foi observado que para dose de 750 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou volume de raiz superior, quando comparado com o fertilizante

KCl . O aumento na concentração de K afeta de forma expressiva, segundo Waisel e Eshel (1991), em condições de elevada salinidade favorecem a produção de raízes finas.

Tabela 32. Média do volume de raízes (mL) em função de fontes e doses de potássio.

| Quantidade K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                                 | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| 250                                             | 1780 Ab     | 1333 Aa                        | 1557  |
| 500                                             | 1684 Aa     | 1560 ABa                       | 1622  |
| 750                                             | 1694 Aa     | 1687 Ba                        | 1690  |
| 1000                                            | 1660 Ab     | 1363 ABa                       | 1512  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

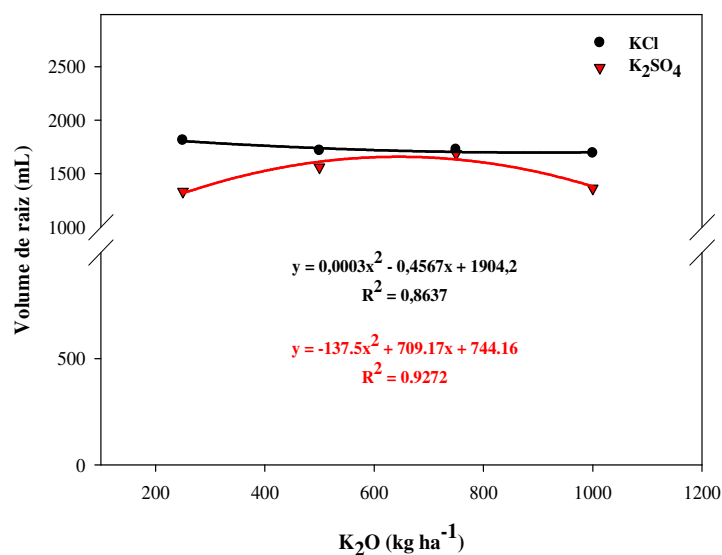


Figura 31. Volume de raiz em função de doses e fontes de potássio.

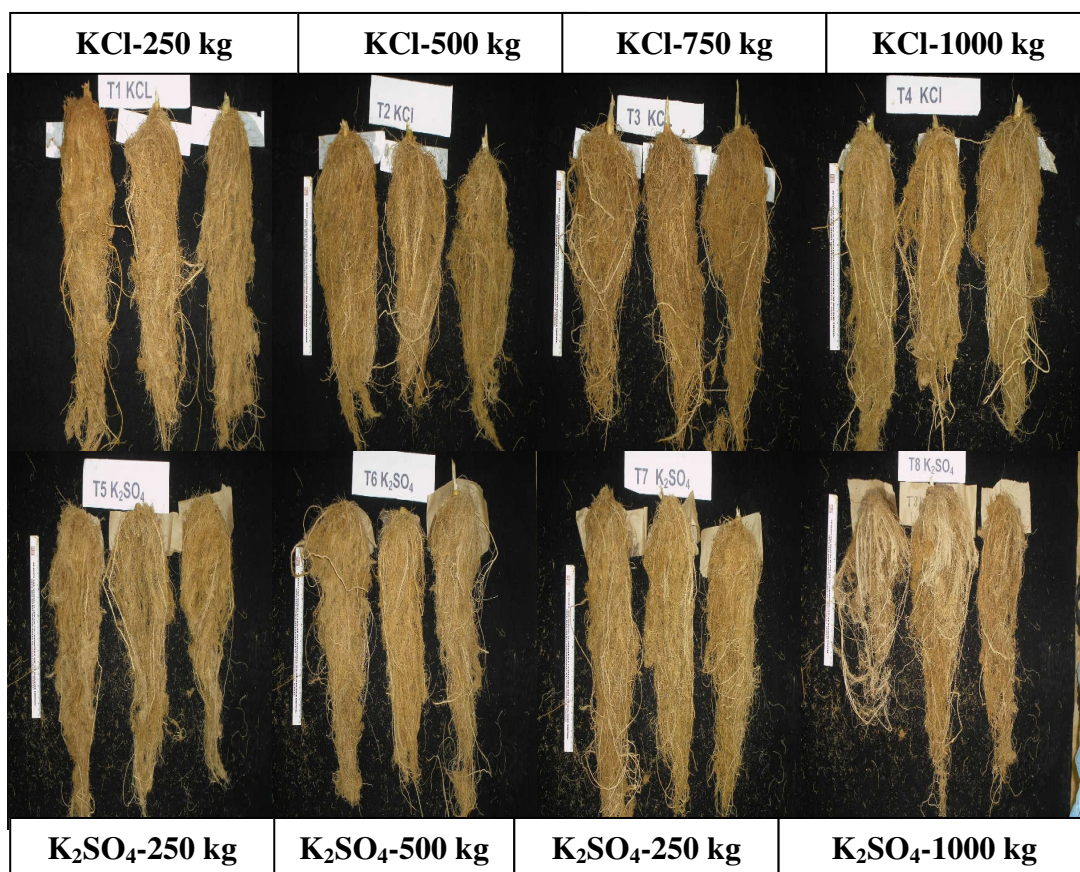


Figura 32. Sistema radicular de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio.

#### 5. 4. 13 Massa matéria seca raiz (MMSR)

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 33 e 34, a massa seca de raiz, variou significativamente pelo teste F (5 % de probabilidade) para tratamentos e doses crescentes de  $K_2O$ . No mesmo teste, verificou-se que houve interação entre tratamentos e doses de cloreto e sulfato de potássio.

Tabela 33. Análise de variância para média de massa matéria seca raiz (g), coletado aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ       | QM       | F       |
|------------------------------|------|----------|----------|---------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 110.9830 | 110.9830 | 0,000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 8.8280   | 2.9426   | 0,000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 62.9815  | 20.9938  | 0,000** |
| <b>Bloco</b>                 | 2    | 0.2068   | 0.1034   |         |
| <b>Resíduo</b>               | 14   | 1.0838   | 0.0774   |         |
| <b>Total</b>                 | 23   | 184.0833 |          |         |
| <b>CV (%)</b>                | 3.26 |          |          |         |

\*\* Altamente significativo

A produção de MMSR das plantas de berinjela coletada aos 50 DAT apresentou resposta quadrática com o aumento das doses de K (Figura 33). Os valores de 3,81; 5,28; 7,16 e 9,18 g.planta<sup>-1</sup> para as doses crescentes de KCl.

A fração MMSR para a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> respondeu de forma quadrática apresentando 11,65; 12,33; 9,19 e 9,63 g. planta<sup>-1</sup>.

A interação (KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para fonte e doses de K<sub>2</sub>O foi diferente ao nível de (5% de probabilidade) pelo teste de Tukey. O fertilizante K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentou média de MMS da raiz superior nas doses de (250 e 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>).

Tabela 34. Análise de variância para média de matéria seca raiz (g), coletado aos 120 DAT em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ    | QM    | F       |
|------------------------------|------|-------|-------|---------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 15368 | 15368 | 0,000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 14819 | 4939  | 0,000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 13945 | 4648  | 0,000** |
| <b>Bloco</b>                 | 2    | 170   | 85    |         |
| <b>Resíduo</b>               | 14   | 935   | 66    |         |
| <b>Total</b>                 | 23   | 45238 |       |         |
| <b>CV (%)</b>                | 5,82 |       |       |         |

\*\* Altamente significativo

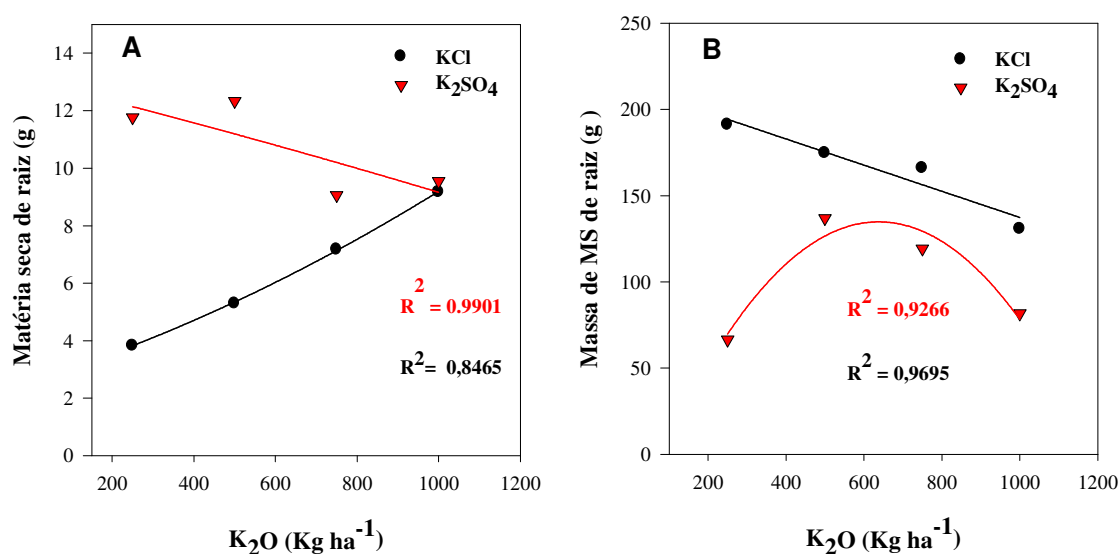


Figura 33. Massa de matéria seca de raízes em função de doses e fontes de potássio, Figura A (50 DAT) e Figura B (120 DAT).

A MMSR, coletada aos 120 DAT apresentou resposta quadrática com o aumento das doses de K (Figura 33). Os valores de 191,25 (16,43% MS); 174,79 (16,80%); 166,17 (15,47 %MS) e 130,92 (14,39%MS) g planta<sup>-1</sup> para as doses crescentes de KCl.

A fração MMSR para a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> respondeu de forma quadrática apresentando 66,42 (11,77%MS); 136,84 (14,75%MS); 119,13 (11,54%MS) e 81,65 (15,31%MS) g planta<sup>-1</sup>.

A interação (KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para fonte e doses de K foi diferente ao nível de (5% de probabilidade) pelo teste de Tukey. O fertilizante K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentou média de MMSR superior nas doses de (250 e 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>).

Tabela 35. Média da massa matéria seca da raiz (g), coletada aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio.

| $K_2O$ kg ha <sup>-1</sup> | Fontes potássicas |                                |       |
|----------------------------|-------------------|--------------------------------|-------|
|                            | KCl               | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| 250                        | 3,84 Aa           | 11,76 Bb                       | 7.80  |
| 500                        | 5,30 Ba           | 12,33 Bb                       | 8.82  |
| 750                        | 7,18 Ca           | 9,06 Ab                        | 8.12  |
| 1000                       | 9,18 Da           | 9,54 Aa                        | 9.36  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

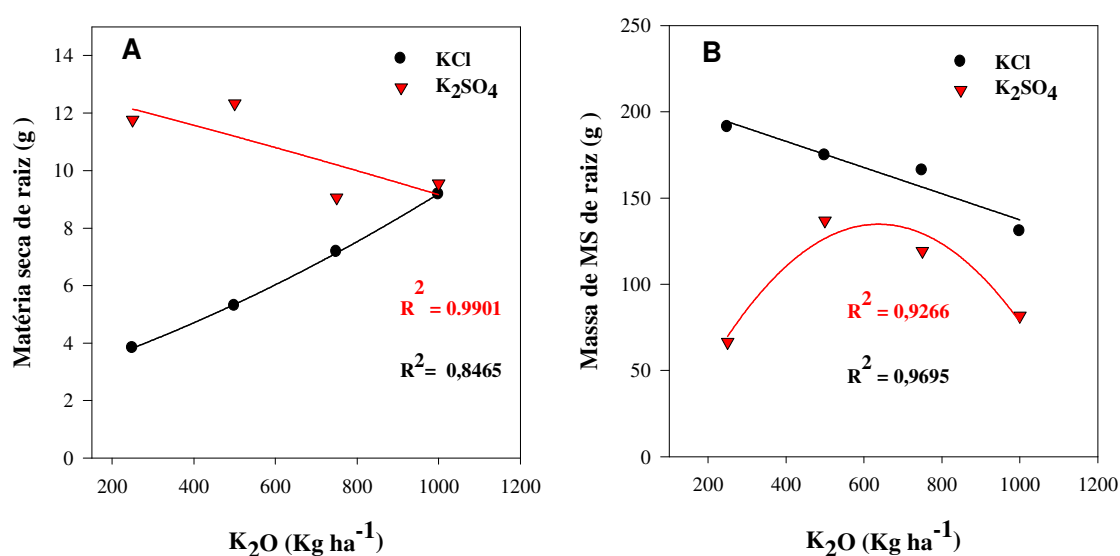


Figura 34. Massa de matéria seca de raízes em função de doses e fontes de potássio, Figura A (50 DAT) e Figura B (120 DAT).

Tabela 36. Média da massa matéria seca de raízes (g), coletado aos 120 DAT em função de fontes e doses de potássio.

| Quantidade $K_2O$ kg ha <sup>-1</sup> | Fontes potássicas |                                |        |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------|
|                                       | KCl               | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média  |
| 250                                   | 191,25 Cb         | 66,42 Aa                       | 128,83 |
| 500                                   | 174,79 BCb        | 136,84 Ba                      | 155,81 |
| 700                                   | 166,17 Ba         | 119,13 Ca                      | 142,65 |
| 900                                   | 130,92 Ab         | 81,65 Aa                       | 106,28 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

#### 5. 4. 14 Massa matéria seca (caule+folhas) (MMSPA)

Baseado nos resultados da análise de variância apresentada na Tabela 37 e 38 verifica-se que houve diferença significativa para os tratamentos (cloreto e sulfato de potássio), doses crescentes e as respectivas interações, pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 37. Análise de variância para massa matéria seca parte aérea (g), coletada aos 50 DAT em função das fontes e doses potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ          | QM         | F        |
|------------------------------|------|-------------|------------|----------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 1112,7540   | 7954,297   | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 300,1862    | 100,062078 | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 607,8882    | 202,629406 | 0,0001** |
| <b>Bloco</b>                 | 2    | 2,4440      | 1,222013   |          |
| <b>Resíduo</b>               | 14   | 1,958508    | 0,139893   |          |
| <b>Total</b>                 | 23   | 2025,231000 |            |          |
| <b>CV (%)</b>                | 1,09 |             |            |          |

\*\* Altamente significativo

Aos 50 DAT a produção de MMSPA (folhas+caule), para tratamentos e doses crescentes de K na Tabela 39, a fonte KCl apresentou menor produção de MMSPA (15,55, 28,61, 26,68 e 39,37 g planta<sup>-1</sup>) para doses crescentes de K, quando comparado com o fertilizante K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nas doses 250, 500, 750 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> que apresentou pela ordem de maior rendimento de MMSPA (42,33, 43,33, 41,21 e 37,82 g planta<sup>-1</sup>).

Tabela 38. Análise de variância para massa de matéria seca parte aérea (g) em função de fontes e doses potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ    | QM   | F        |
|------------------------------|------|-------|------|----------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 6343  | 6343 | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 5426  | 1808 | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 2564  | 854  | 0,0001** |
| <b>Bloco</b>                 | 2    | 46    | 23   |          |
| <b>Resíduo</b>               | 14   | 596   | 42   |          |
| <b>Total</b>                 | 23   | 14978 |      |          |
| <b>CV (%)</b>                | 4,00 |       |      |          |

\*\* Altamente significativo

A produção de massa de matéria seca da parte aérea (caule+folhas) aos 50 DAT, para os tratamentos e doses crescentes de K Tabela 39. A fonte  $K_2SO_4$  nas doses 1000, 250, 500 e 750 kg  $K_2O\ ha^{-1}$  apresentou pela ordem de maior rendimento de MMSPA (32,30; 27,44; 28,54 e 28,36% MS) quando comparado com a fonte KCl que apresentou menor produção de MMSPA (27,69; 26,38%; 27,36 e 27,50%) para as doses crescentes de  $K_2O$ .

Tabela 39. Média da massa seca parte aérea (g), coletado aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio.

| Quantidade $K_2O\ kg\ ha^{-1}$ | Tratamentos |           |       |
|--------------------------------|-------------|-----------|-------|
|                                | KCl         | $K_2SO_4$ | Média |
| <b>250</b>                     | 15,55 Aa    | 42,33 Cb  | 28,94 |
| <b>500</b>                     | 28,61 Ca    | 43,33 Db  | 35,97 |
| <b>700</b>                     | 26,68 Ba    | 41,21 Bb  | 33,95 |
| <b>900</b>                     | 39,37 Db    | 37,82 Aa  | 38,60 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Souza (2004) trabalhando com a cultura da berinjela obtiveram produção de matéria seca da parte aérea de 446; 566; 632; 644; 603 e 507 g  $planta^{-1}$ , para as condutividades elétricas de 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 e 3,5 dS  $m^{-1}$ , respectivamente, sendo a produção máxima estimada de matéria seca da parte aérea, com C.E. da solução nutritiva de 2,36 dS  $m^{-1}$ . A diferença de matéria seca entre as frações da parte aérea pode ser relacionada com as características das cultivares, bem como as condições climáticas. Esta característica inclui a capacidade de absorção de água e nutrientes, a eficiência fotossintética e a participação de assimilados, os quais determinam as diferenças no crescimento da planta e a produção de frutos (ANTONINI et al., 2002).

Na Figura 35 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base na MMSPA

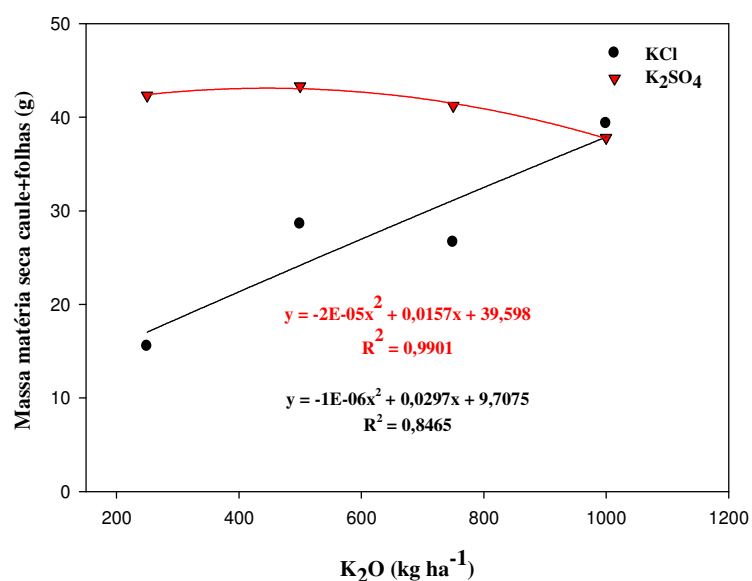


Figura 35. Massa de matéria seca da parte aérea (caule+folhas) em função de doses e fontes de potássio, aos 50 DAT.

Tabela 40. Média da massa seca parte aérea (g) em função de fontes e doses de potássio aos 120 DAT.

| Quantidade K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |        |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|--------|
|                                                 | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média  |
| <b>250</b>                                      | 172,81 Ab   | 113,95 Aa                      | 143,38 |
| <b>500</b>                                      | 195,32 Bb   | 172,81 Ca                      | 184,06 |
| <b>700</b>                                      | 179,49 Ab   | 167,54 Ca                      | 173,51 |
| <b>900</b>                                      | 172,11 Ab   | 135,35 Ba                      | 172,11 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Figura 36 observa-se a equação obtida através da regressão quadrática com base na MMSPA.

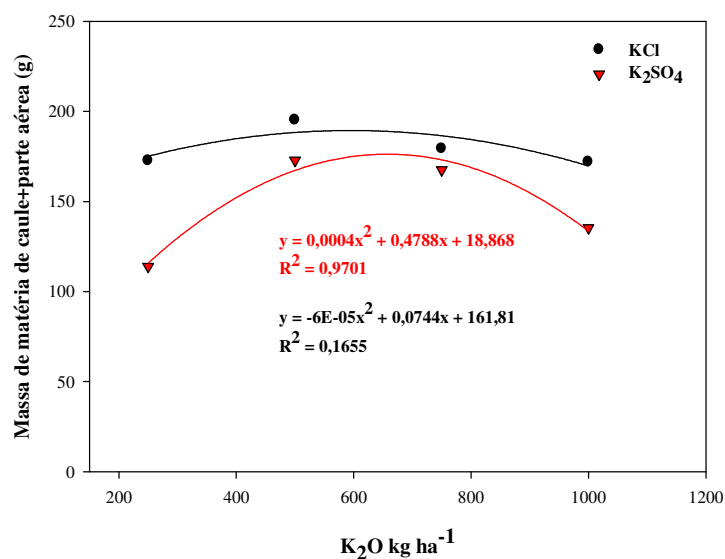


Figura 36. Massa de matéria seca da parte aérea (caule+folha) em função de doses e fontes de potássio, aos (120 DAT).

#### 5. 4. 15 Massa de matéria seca dos frutos (MMSF)

Na Tabela 41 encontra-se o quadro de análise de variância, soma dos quadrados, quadrado médio e o teste F, da MMSF de berinjela Embu. Os frutos foram coletados a partir da segunda colheita. Como pode ser observado na Tabela 40 o valor médio dos mesmos em função de diferentes fontes e doses crescentes de potássio, por fim a Figura 37 apresenta a regressão quadrática dos valores médios da MMSF.

Conforme a Tabela 41 não houve diferença significativa para os tratamentos. Entretanto para doses crescentes e interação de cloreto e sulfato de potássio os resultados foram altamente significativos.

Tabela 41. Análise de variância para massa matéria seca do fruto (g) em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação            | GL   | SQ      | QM      | F                    |
|------------------------------|------|---------|---------|----------------------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1    | 0,385   | 0,385   | 0,7720 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses (B)</b>             | 3    | 417,012 | 139,004 | 0,0000 <sup>**</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3    | 402,698 | 134,232 | 0,0000 <sup>**</sup> |
| <b>Bloco</b>                 | 2    | 6,453   | 3,226   |                      |
| <b>Resíduo</b>               | 14   | 61,752  | 4,410   |                      |
| <b>Total</b>                 | 23   | 888,302 |         |                      |
| <b>CV (%)</b>                | 9,79 |         |         |                      |

\*\* Altamente significativo e ns-não significativo

Para dose crescente de potássio, houve diferença significativa, analisando o fertilizante KCl (Tabela 42) os tratamentos que apresentaram MMSF superior foram com as doses de 250 e 750 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> com respectivas massas de 24,00 e 24,00 g fruto<sup>-1</sup> (7,03 e 6,93% MMSF), para dose de 500 kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> com 6,66% MMSF e para a dose de 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> de com massa matéria seca de 7,31%.

A fonte sulfato de potássio apresentou na dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (31,00 g.fruto<sup>-1</sup>) com 7,76% MMSF diferenciando das demais, nas doses 250, 750 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> com massa matéria seca de 21,00; 17,00 e 18,00 g.fruto<sup>-1</sup>, MS de (6,17; 5,88 e 6,59%) as mesmas foram iguais segundo o teste de Tukey 5% de probabilidade.

A utilização de sulfato de potássio resulta em maior teor de matéria seca (menos umidade) em muitas culturas. Quanto maior o teor de umidade do produto, mais suscetível ele é a danos mecânicos durante a comercialização e à deterioração durante o armazenamento. A maior firmeza de produtos como a alface, a cebola e o repolho, compensa o maior custo do sulfato de potássio (ZEHLER et al., 1986)

A interação dos fertilizantes cloreto e sulfato de potássio foi diferente significativamente, observando-se que para a fonte sulfato de potássio apresentou MMS superior na dose considerada padrão de 500 kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sendo superior, comparado com o fertilizante KCl.

Tabela 42. Média da massa matéria seca do fruto (g) em função das fontes e doses de potássio.

| Quantidade K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                                 | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| 250                                             | 24,00 Cb    | 21,00 Aa                       | 24,00 |
| 500                                             | 20,00 Ba    | 31,00 Bb                       | 25,00 |
| 750                                             | 24,00 Cb    | 18,00 Aa                       | 14,00 |
| 1000                                            | 12,00 Aa    | 17,00 Ab                       | 21,00 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

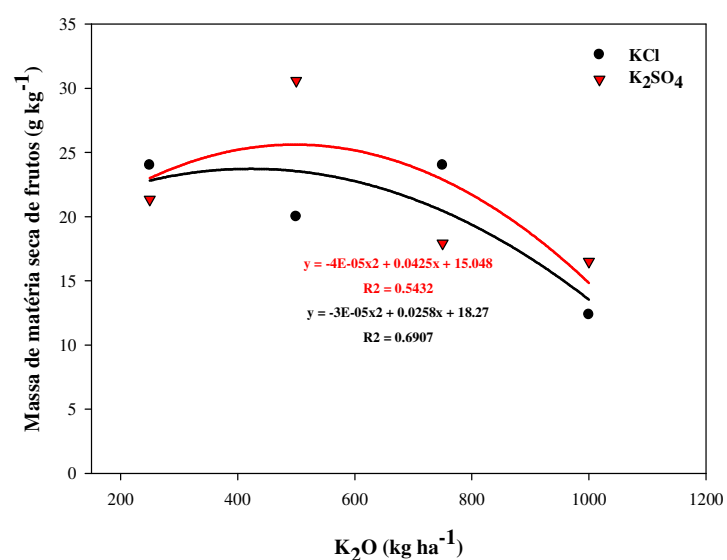


Figura 37. Massa de matéria seca dos frutos em função de fontes e doses de potássio.

## **6 PARÂMETROS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS**

### **6. 1 Análise química da concentração de nutrientes em raiz, parte aérea e fruto**

#### **6. 1. 1 Análise química da concentração de elementos minerais na raiz**

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 43 e 44 para concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela, houve diferença significativa para os elementos N, P, K, Mg e S pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 43. Análise de variância para a concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela coletado aos 50 DAT em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação | GL | N       | P        | K        | Ca       | Mg       | S        |
|-------------------|----|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Trat. (A)</b>  | 1  | 0,000** | 0,0028*  | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>  | 3  | 0,000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Int. (AxB)</b> | 3  | 0,000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>      | 2  |         |          |          |          |          |          |
| <b>Resíduo</b>    | 14 |         |          |          |          |          |          |
| <b>Total</b>      | 23 |         |          |          |          |          |          |
| <b>CV (%)</b>     |    | 1,89    | 2,50     | 0,00     | 5,53     | 2,08     | 1,95     |

\*\* Altamente significativo e \* significativo

Aos 50 DAT a concentração N nas raízes para os fertilizantes cloreto e sulfato de potássio diminui com o aumento das doses de K. Entretanto aos 120 a concentração de N aumentou linearmente. À medida que aumentou a dose de K apesar das doses de nitrogênio serem iguais para todos os tratamentos, verificou-se que, com o aumento houve incremento na concentração de N na raiz das plantas de berinjela, o mesmo ocorreu devido a menor produção de massa de matéria seca de raiz com o aumento das doses de K.

A concentração de P nas raízes aos 50 DAT diminui com o aumento da concentração de K<sub>2</sub>O para ambos os fertilizantes utilizados, observa-se que aos 120 a não houve diferença significativo, quando comparado com a concentração aos 50 DAT.

A concentração do K<sub>2</sub>O utilizando a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aos 50 DAT foi superior, quando comparado com a fonte KCl. A concentração de potássio aos 120 apresentou crescimentos lineares, sendo significativo ao nível de 5% para as doses crescentes de K<sub>2</sub>O, tanto para cloreto e sulfato de potássio. O estresse salino promove aumento no fluxo citossólico de potássio nas raízes das plantas; esta perda pode ser o resultado direto de trocas osmoticamente induzidas na permeabilidade do plasmalema, como também da substituição de cálcio por sódio na membrana, abrindo canais para o potássio (CRAMER et al., 1985).

O cálcio apresentou concentração superior aos 50 DAT com a fonte KCl com a dose considerada padrão, quando comparada com a fonte sulfato de potássio.

O esperado foi observado na concentração S aos 50 e 120 DAT havendo diferença significativa para o tratamento usando a fonte sulfato de potássio ao nível de 5% de probabilidade. Devido à fonte sulfato de potássio apresentar 18 % de S em sua fórmula.

Tabela 44. Análise de variância para a concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio aos 120 DAT.

| Fonte de variação      | GL        | N                    | P                    | K                    | Ca                   | Mg                   | S                    |
|------------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Tratamentos(A)</b>  | <b>1</b>  | 0,0302 <sup>ns</sup> | 0,0613 <sup>ns</sup> | 0,0428 <sup>ns</sup> | 0,7318 <sup>ns</sup> | 0,2079 <sup>ns</sup> | 0,0001 <sup>**</sup> |
| <b>Doses (B)</b>       | <b>3</b>  | 0,0005 <sup>*</sup>  | 0,2827 <sup>ns</sup> | 0,0000 <sup>**</sup> | 0,2186 <sup>ns</sup> | 0,0463 <sup>ns</sup> | 0,0322 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b> | <b>3</b>  | 0,0009 <sup>*</sup>  | 0,0056 <sup>*</sup>  | 0,0197 <sup>ns</sup> | 0,1032 <sup>ns</sup> | 0,0007 <sup>**</sup> | 0,0060 <sup>*</sup>  |
| <b>Bloco</b>           | <b>2</b>  | 0,0936 <sup>ns</sup> | 0,3896 <sup>ns</sup> | 0,0658 <sup>ns</sup> | 0,4583 <sup>ns</sup> | 0,1397 <sup>ns</sup> | 0,0217 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>         | <b>14</b> |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>Total</b>           | <b>23</b> |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>CV (%)</b>          |           | 12,79                | 26,76                | 15,71                | 17,30                | 13,10                | 7,47                 |

\*\* Altamente significativo e \* significativo; ns = não significativo

Pode-se verificar que a concentração de Mg diminui com o aumento de doses de K<sub>2</sub>O, concordando com AZEVEDO NETO et al., (2004), estudando o comportamento de dois genótipos de milho quanto aos teores de magnésio das partes das plantas foi bastante semelhante, quando foram submetidos a aumentos sucessivos das concentrações de cloreto de sódio na solução nutritiva. Na raiz e no colmo, as concentrações de magnésio diminuíram com a salinidade, enquanto permaneceram relativamente constantes na bainha e no limbo. Trabalhos com sorgo têm reportado que as concentrações de magnésio podem permanecer constantes na parte aérea (AZEVEDO NETO et al., 1995) ou diminuir na parte aérea e nas raízes (KAWASAKI et al., 1983) com o incremento do estresse salino.

Tabela 45. Análise de variância para a concentração de macronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio.

| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> ) |                                |           |                                |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
|                                                   | 50 DAT                                | 50 DAT                         | 120 DAT   | 120 DAT                        |
|                                                   | N                                     | N                              | N         | N                              |
|                                                   | Tratamentos                           |                                |           |                                |
|                                                   | KCl                                   | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 250                                               | 26,33 Db                              | 20,33 Ba                       | 8,00 Aa   | 12,33 BCb                      |
| 500                                               | 23,33 Cb                              | 20,66 BCa                      | 9,00 ABa  | 7,66 Aa                        |
| 750                                               | 20,33 Aa                              | 21,33 Cb                       | 12,00 Ba  | 10,00 ABa                      |
| 1000                                              | 22,33 Bb                              | 18,33 Aa                       | 10,66 ABa | 15,00 Cb                       |
|                                                   | P                                     | P                              | P         | P                              |
| 250                                               | 2,56 Ca                               | 2,83 Cb                        | 0,76 Aa   | 1,13 Ba                        |
| 500                                               | 2,93 Db                               | 2,80 Ca                        | 1,10 Ab   | 0,30 Aa                        |
| 750                                               | 1,93 Aa                               | 2,56 Bb                        | 1,03 Aa   | 0,80 ABa                       |
| 1000                                              | 2,33 Bb                               | 1,93 Aa                        | 0,93 Aa   | 0,83 ABa                       |
|                                                   | K                                     | K                              | K         | K                              |
| 250                                               | 24,33 Cb                              | 12,33 Aa                       | 1,66 Aa   | 4,00 Ab                        |
| 500                                               | 31,33 Db                              | 13,33 Ba                       | 4,00 Ba   | 4,66 Aa                        |
| 750                                               | 18,33 Aa                              | 21,33 Db                       | 7,33 Ca   | 9,00 Bb                        |
| 1000                                              | 22,33 Bb                              | 19,33 Ca                       | 8,66 Ca   | 7,33 Ba                        |
|                                                   | Ca                                    | Ca                             | Ca        | Ca                             |
| 250                                               | 9,33 Ab                               | 7,66 Aa                        | 5,33 Aa   | 6,33 Aa                        |
| 500                                               | 13,33 Bb                              | 8,66 ABa                       | 8,00 Aa   | 6,00 Aa                        |
| 750                                               | 10,33 Ab                              | 9,33 Ba                        | 7,00 Aa   | 7,33 Aa                        |
| 1000                                              | 9,33 Ab                               | 9,33 Ba                        | 6,33 Aa   | 7,66 Aa                        |
|                                                   | Mg                                    | Mg                             | Mg        | Mg                             |
| 250                                               | 3,86 Bb                               | 3,63 Ca                        | 2,26 Aa   | 3,76 Cb                        |
| 500                                               | 4,13 Cb                               | 3,73 Ca                        | 3,06 Aa   | 3,16 BCa                       |
| 750                                               | 3,23 Aa                               | 3,43 Bb                        | 2,46 Aa   | 2,56 ABa                       |
| 1000                                              | 3,06 Ab                               | 2,53 Aa                        | 3,13 Ab   | 2,23 Aa                        |
|                                                   | S                                     | S                              | S         | S                              |
| 250                                               | 2,43 Ba                               | 3,46 Cb                        | 2,00 Aa   | 2,90 Bb                        |
| 500                                               | 2,73 Ca                               | 3,36 Cb                        | 2,16 ABa  | 2,33 Aa                        |
| 750                                               | 1,93 Aa                               | 2,93 Bb                        | 2,06 ABa  | 2,40 Ab                        |
| 1000                                              | 2,03 Aa                               | 2,33 Ab                        | 2,46 Ba   | 2,56 ABa                       |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Conforme apresentado na Tabela 46 e 47 os elementos B, Cu e Zn apresentaram diferença significativa entre os tratamentos a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 46. Análise de variância para a concentração de micronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio aos 50 DAT.

| Fonte de variação      | GL | B       | Cu       | Mn       | Zn       |
|------------------------|----|---------|----------|----------|----------|
| <b>Tratamentos (A)</b> | 1  | 0,000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>       | 3  | 0,000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Interação (AxB)</b> | 3  | 0,000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>           | 2  |         |          |          |          |
| <b>Resíduo</b>         | 14 |         |          |          |          |
| <b>Total</b>           | 23 |         |          |          |          |
| <b>CV (%)</b>          |    | 2,14    | 1,86     | 1,05     | 0,78     |

\*\* Altamente significativo

Tabela 47. Análise de variância para a concentração de micronutrientes nas raízes de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio aos 120 DAT.

| Fonte de variação      | GL | B                    | Cu                   | Mn                   | Zn                   |
|------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Tratamentos (A)</b> | 1  | 0,0068 <sup>ns</sup> | 0,1364 <sup>ns</sup> | 0,3576 <sup>ns</sup> | 0,8667 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses (B)</b>       | 3  | 0,0000**             | 0,0060**             | 0,2576 <sup>ns</sup> | 0,0194*              |
| <b>Interação (AxB)</b> | 3  | 0,0004**             | 0,0042**             | 0,1238 <sup>ns</sup> | 0,0991*              |
| <b>Bloco</b>           | 2  | 0,8561 <sup>ns</sup> | 0,0042**             | 0,8723 <sup>ns</sup> | 0,1381 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>         | 14 |                      |                      |                      |                      |
| <b>Total</b>           | 23 |                      |                      |                      |                      |
| <b>CV (%)</b>          |    | 18,15                | 14,94                | 18,50                | 17,93                |

\*\* Altamente significativo, \* significativo; ns=não significativo

Aos 50 DAT o B foi diferente significativamente para fontes, doses e interação foram verificadas que a concentração do micronutriente foi superior a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, quando comparado com a fonte KCl. Entretanto analisando a Tabela 46, foi verificado que o B foi diferente significativamente para doses crescentes de K e a interação (cloreto e sulfato de potássio), o tratamento usando a fonte cloreto de potássio apresentou concentração crescimento linear em função da dose. O contrário foi observado com a fonte sulfato de potássio, onde não houve alteração na concentração do elemento com o aumento da dose de K.

A coleta aos 50 DAT apresentou maior concentração de Cu na dose considerada padrão com o fertilizante KCl, quando comparado com o sulfato de potássio. O micronutriente Cu, aos 120 DAT apresentou diferença significativa para doses e interação. A concentração do mesmo foi maior no tratamento usando a fonte sulfato de potássio. De acordo com Oliveira et al., (1970) o cobre é o micronutriente que se apresenta em menor quantidade

nas hortaliças avaliadas, sendo que a berinjela foi a que apresentou maior extração deste elemento.

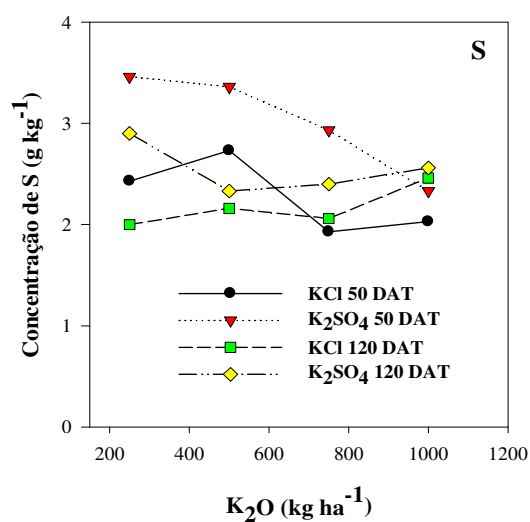
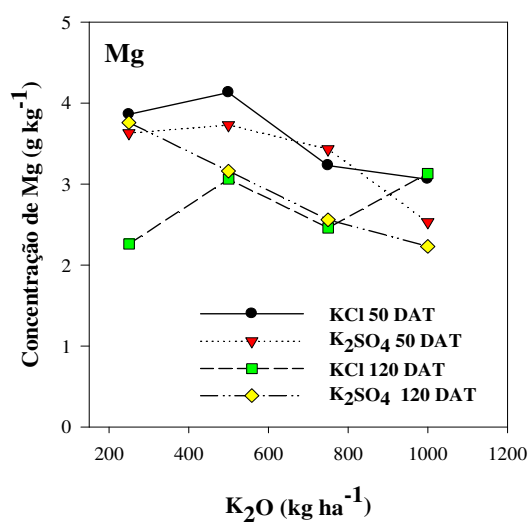
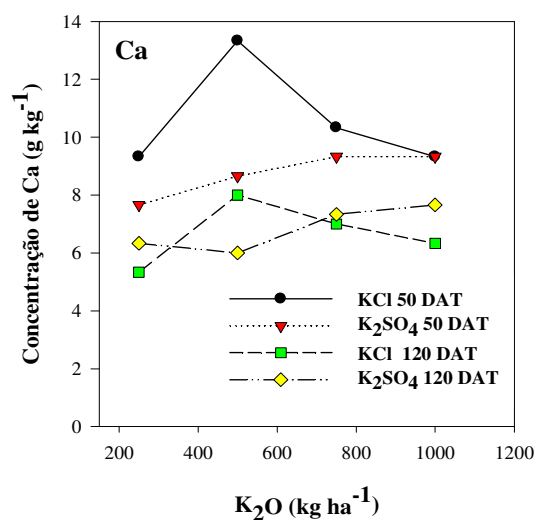
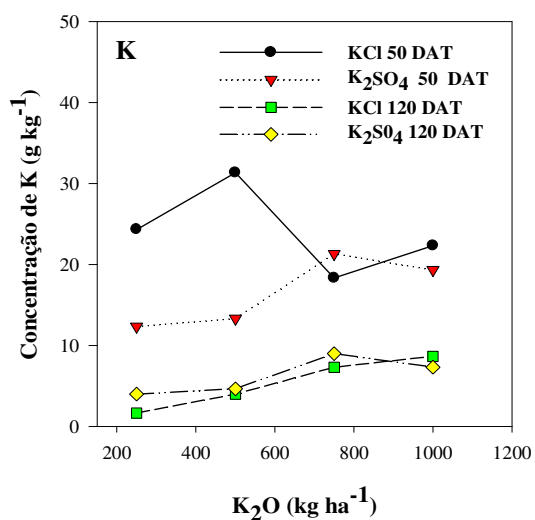
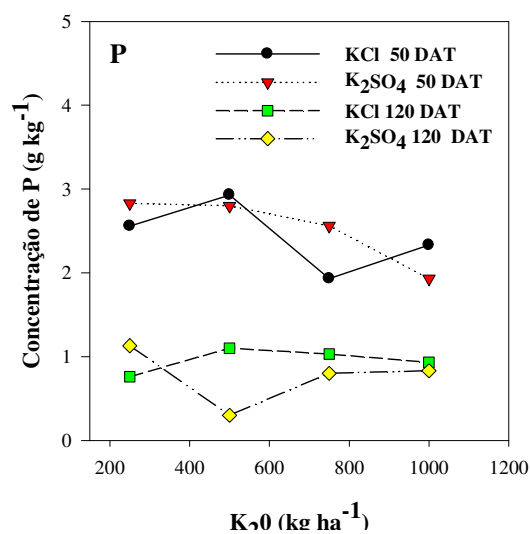
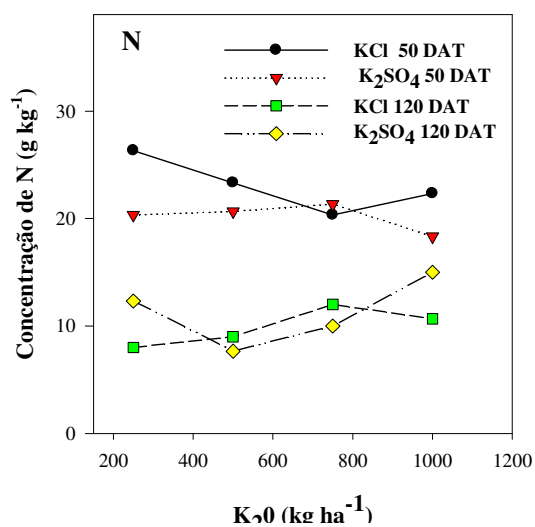
A concentração de Mn foi diferente significativamente para doses, fontes e interação a 5% de probabilidade aos 50 DAT. Observa-se que a maior concentração ocorreu nas doses de 250 e 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> para o fertilizantes KCl, entretanto o contrario foi observado com o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que apresentou maior concentração na dose de 250 e 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Para Zn foi observado que aos 50 DAT a concentração foi superior, quando comparado com a coleta aos 120 DAT que com o aumento do sulfato de potássio houve maior concentração do elemento na raiz.

Tabela 48. Média da concentração de micronutrientes nas raízes de plantas de berinjela.

| Doses<br>( K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Macronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> ) |                                |           |                                |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
|                                                   | 50 DAT                                 | 50 DAT                         | 120 DAT   | 120 DAT                        |
|                                                   | B                                      | B                              | B         | B                              |
|                                                   | Tratamentos                            |                                |           |                                |
|                                                   | KCl                                    | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                   |                                        |                                |           |                                |
| 250                                               | 35,33 Ab                               | 29,33 Aa                       | 28,00 Aa  | 32,33 Aa                       |
| 500                                               | 40,33 Cb                               | 29,33 Aa                       | 20,66 Aa  | 31,33 Aa                       |
| 750                                               | 35,66 Aa                               | 43,33 Cb                       | 62,33 Bb  | 41,00 Aa                       |
| 1000                                              | 37,66 Bb                               | 35,66 Ba                       | 63,33 Bb  | 33,00 Aa                       |
|                                                   | Cu                                     | Cu                             | Cu        | Cu                             |
| 250                                               | 25,33 Bb                               | 24,33 Ca                       | 26,33 Aa  | 39,33 Cb                       |
| 500                                               | 27,33 Cb                               | 25,33 Da                       | 29,33 Ab  | 21,00 Aa                       |
| 750                                               | 18,33 Aa                               | 21,33 Bb                       | 23,00 Aa  | 23,66 ABa                      |
| 1000                                              | 19,00 Ab                               | 14,33 Aa                       | 26,66 Aa  | 32,00 BCa                      |
|                                                   | Mn                                     | Mn                             | Mn        | Mn                             |
| 250                                               | 74,33 Ca                               | 74,33 Ca                       | 62,66 ABa | 55,33 Aa                       |
| 500                                               | 45,33 Aa                               | 75,33 Cb                       | 74,66 Bb  | 55,66 Aa                       |
| 750                                               | 61,66 Bb                               | 40,33 Aa                       | 48,00 Aa  | 61,00 Aa                       |
| 1000                                              | 87,33 Db                               | 44,33 Ba                       | 55,00 ABa | 51,66 Aa                       |
|                                                   | Zn                                     | Zn                             | Zn        | Zn                             |
| 250                                               | 85,33 Bb                               | 66,00 Ca                       | 31,66 Aa  | 38,00 ABa                      |
| 500                                               | 87,33 Cb                               | 66,66 Ca                       | 35,66 Aa  | 25,66 Aa                       |
| 750                                               | 85,33 Bb                               | 58,33 Ba                       | 28,33 Aa  | 27,33 Aa                       |
| 1000                                              | 67,33 Ab                               | 56,66 Aa                       | 36,66 Aa  | 43,00 Ba                       |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %



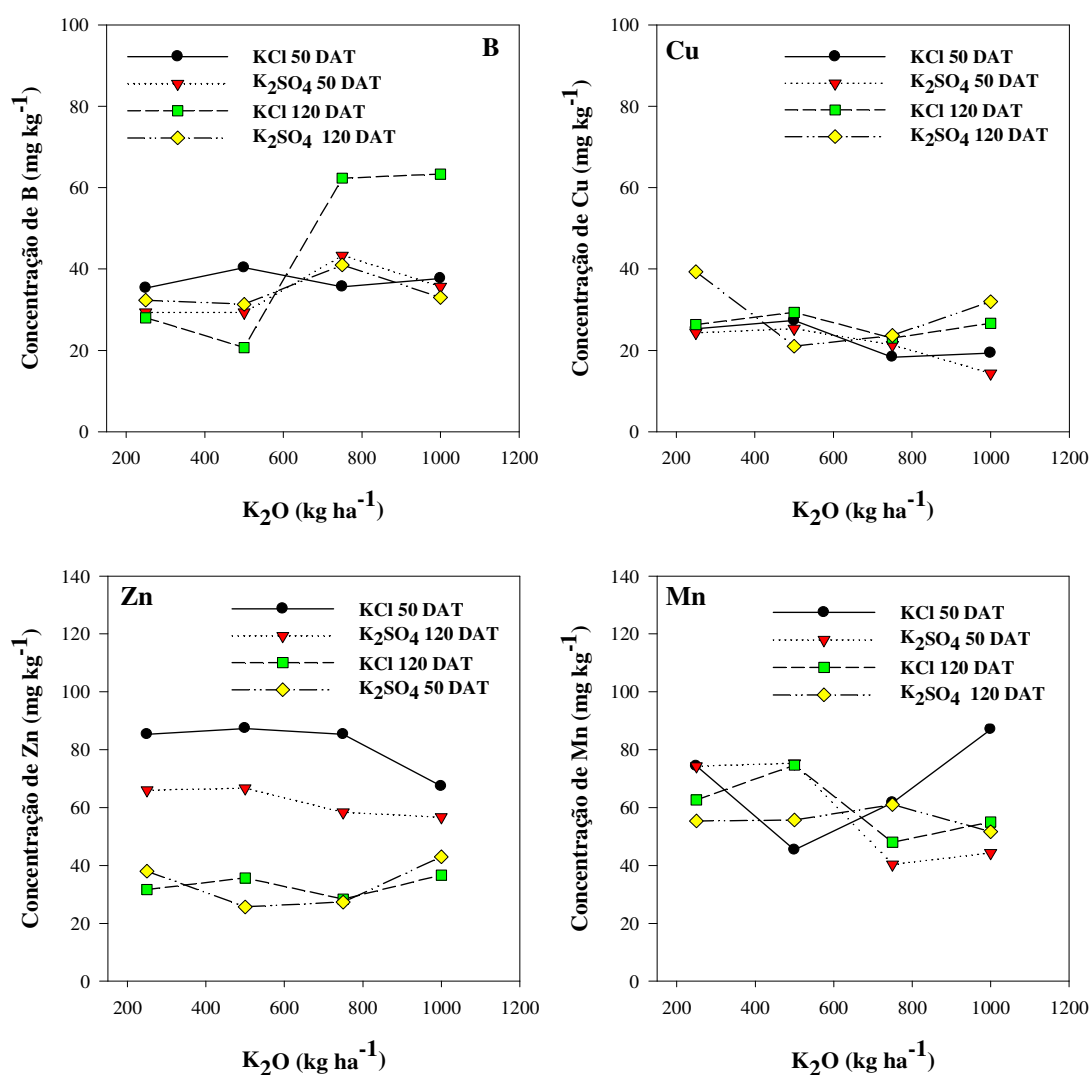


Figura 38. Concentração de macro e micronutriente nas raízes de plantas de berinjela aos 50 e 120 DAT.'

### 6. 1. 2 Análise química da concentração de elementos minerais na parte aérea

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 49 e 50 para concentração de nutrientes nas folhas, as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S foram significativas pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Tabela 49. Análise de variância para a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 50 DAT.

| Fonte de variação | GL        | N       | P                    | K        | Ca       | Mg       | S        |
|-------------------|-----------|---------|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Trat. (A)</b>  | <b>1</b>  | 0,000** | 0,2470 <sup>ns</sup> | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>  | <b>3</b>  | 0,000** | 0,0000**             | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Int. (AxB)</b> | <b>3</b>  | 0,000** | 0,0000**             | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>      | <b>2</b>  |         |                      |          |          |          |          |
| <b>Resíduo</b>    | <b>14</b> |         |                      |          |          |          |          |
| <b>Total</b>      | <b>23</b> |         |                      |          |          |          |          |
| <b>CV (%)</b>     |           | 1,89    | 9,51                 | 2,62     | 6,65     | 5,34     | 4,66     |

\*\* Altamente significativo e ns=não significativo

Tabela 50. Análise de variância para a concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 120 DAT.

| Fonte de variação      | GL        | N                    | P                    | K                    | Ca                   | Mg                   | S                    |
|------------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Tratamentos (A)</b> | <b>1</b>  | 0,3138 <sup>ns</sup> | 0,1451 <sup>ns</sup> | 0,8181 <sup>ns</sup> | 0,2461 <sup>ns</sup> | 0,2594 <sup>ns</sup> | 0,0001**             |
| <b>Doses (B)</b>       | <b>3</b>  | 0,0602 <sup>ns</sup> | 0,3564 <sup>ns</sup> | 0,0098*              | 0,0022*              | 0,0001**             | 0,0447 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b> | <b>3</b>  | 0,2973 <sup>ns</sup> | 0,1270 <sup>ns</sup> | 0,4352 <sup>ns</sup> | 0,2307 <sup>ns</sup> | 0,3833 <sup>ns</sup> | 0,5553 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>           | <b>2</b>  | 0,7799 <sup>ns</sup> | 0,6794 <sup>ns</sup> | 0,6586 <sup>ns</sup> | 0,2307 <sup>ns</sup> | 0,3392 <sup>ns</sup> | 0,4679 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>         | <b>14</b> |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>Total</b>           | <b>23</b> |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>CV (%)</b>          |           | 19,02                | 27,82                | 35,44                | 23,25                | 18,39                | 30,91                |

\*\* Altamente significativo, \* altamente significativo e ns=não significativo

Aos 50 DAT a concentração do N foi superior, quando comparado com a coleta realizada aos 120 DAT e apresentou resultado linear negativo, o que pode ser evidenciado na Tabela 50, a medida que aumentou a concentração de K<sub>2</sub>O diminui a absorção de N. Conforme demonstrado por Villas Bôas (2001) a concentração de N no caule é em torno de 60% menor que nas folhas. Mollinedo (1997), Silva (1998), Villas Bôas (2001), Rodrigues e Santos (2001) verificaram o N foi o nutriente colocado em segundo lugar em grandeza de absorção, ficando abaixo somente do potássio. Considerando que o N aumenta a produção de biomassa em plantas de pimentão por estimular o crescimento vegetativo, conseqüentemente vai influenciar o acúmulo dos demais nutrientes, fato este comprovado por Silva (1998). O estresse salino geralmente resulta na redução da quantidade de N absorvido pelo tomateiro, o

que é facilmente verificado quando se analisa a concentração deste nutriente nas folhas mais novas (PESSARAKLI; HUBER e TUCHER, 1989).

Aos 50 DAT a concentração de P foi superior para o fertilizante  $K_2SO_4$ , quando comparado com o KCl.

Conforme observado na Tabela 51 houve aumento na concentração do elemento K na parte aérea das plantas de berinjela em resposta a dose crescente do elemento. Com relação ao K, trabalhos têm sugerido que seu teor na matéria seca da parte aérea da planta não é influenciado pela salinidade em cultivares de tomateiro que apresentam certa tolerância à salinidade, mesmo quando esta é promovida pela NaCl. Entretanto para o Ca e Mg com o aumento das doses de K foi verificado uma diminuição em sua concentração. Como os antagonismos iônicos em ambientes salinos são usualmente seguidos pelas deficiências nutricionais, a composição iônica é muito importante no que diz respeito à tolerância ao estresse salino (ULLAH et al., 1993). Estudos têm demonstrado que a salinidade diminui os teores de cálcio na parte aérea das plantas de milho (ALBERICO e CRAMER, 1993; CRAMER et al., 1994; AZEVEDO NETO et al., 2004). Em geral, a salinidade promove um desbalanço nutricional nas plantas em virtude da competição entre os sais e os nutrientes no processo de absorção (NAVARRO et al., 2003; DEMIRAL, 2005).

Devido à característica da fonte sulfato de potássio houve um aumento na concentração S comparado com o tratamento usando a fonte cloreto de potássio. Analisando a fonte KCl pode-se verificar que com o aumento das doses diminui a concentração do elemento na parte aérea

Tabela 51. Média da concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela

| Doses<br>( $K_2O$ kg ha <sup>-1</sup> ) | Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> ) |           |          |           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|-----------|----------|-----------|
|                                         | 50 DAT                                | 50 DAT    | 120 DAT  | 120 DAT   |
|                                         | N                                     | N         | N        | N         |
|                                         | Tratamentos                           |           |          |           |
|                                         | KCl                                   | $K_2SO_4$ | KCl      | $K_2SO_4$ |
|                                         |                                       |           |          |           |
| 250                                     | 51,33 Ab                              | 49,33 Ca  | 18,33 Aa | 23,33 Ba  |
| 500                                     | 50,33 Ab                              | 28,00 Aa  | 16,66 Aa | 18,33 ABa |
| 750                                     | 51,33 Ab                              | 45,66 Ba  | 16,66 Aa | 14,00 Aa  |
| 1000                                    | 54,00 Bb                              | 48,00 Ca  | 15,33 Aa | 17,00 ABa |
|                                         | P                                     | P         | P        | P         |
| 250                                     | 2,80 Aa                               | 4,13 Bb   | 1,70 Aa  | 1,73 Aa   |

|             |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>500</b>  | 4,13 Bb   | 1,90 Aa   | 1,53 Aa   | 2,03 Aa   |
| <b>750</b>  | 3,83 Ba   | 3,86 Ba   | 1,50 Aa   | 1,16 Aa   |
| <b>1000</b> | 3,80 Ba   | 5,36 Cb   | 1,16 Aa   | 2,10 Ab   |
|             | <b>K</b>  | <b>K</b>  | <b>K</b>  | <b>K</b>  |
| <b>250</b>  | 46,33 Bb  | 25,33 Aa  | 7,66 Aa   | 7,00 Aa   |
| <b>500</b>  | 40,00 Ab  | 36,00 Aa  | 10,33 Aa  | 11,66 ABa |
| <b>750</b>  | 44,00 Bb  | 41,33 Ba  | 15,33 Aa  | 11,66 ABa |
| <b>1000</b> | 45,00 Ba  | 36,00 Ab  | 15,00 Aa  | 19,66 Ba  |
|             | <b>Ca</b> | <b>Ca</b> | <b>Ca</b> | <b>Ca</b> |
| <b>250</b>  | 20,66 Bb  | 15,33 Ba  | 41,00 Ba  | 43,00 ABa |
| <b>500</b>  | 17,33 Aa  | 15,33 Ba  | 42,66 Ba  | 48,33 Ba  |
| <b>750</b>  | 25,66 Cb  | 20,33 Ca  | 18,66 Aa  | 33,33 ABb |
| <b>1000</b> | 17,66 Ab  | 11,66 Aa  | 31,66 ABa | 25,66 Aa  |
|             | <b>Mg</b> | <b>Mg</b> | <b>Mg</b> | <b>Mg</b> |
| <b>250</b>  | 5,76 Ba   | 8,16 Cb   | 9,53 Ba   | 9,20 Ba   |
| <b>500</b>  | 5,30 ABa  | 6,26 Bb   | 9,30 Ba   | 9,06 Ba   |
| <b>750</b>  | 6,73 Ca   | 6,23 Ba   | 4,66 Aa   | 6,77 ABa  |
| <b>1000</b> | 4,60 Aa   | 4,90 Aa   | 4,66 Aa   | 5,73 Aa   |
|             | <b>S</b>  | <b>S</b>  | <b>S</b>  | <b>S</b>  |
| <b>250</b>  | 1,93 Aa   | 3,60 Bb   | 3,20 Aa   | 5,63 Ab   |
| <b>500</b>  | 2,66 Bb   | 2,03 Aa   | 2,43 Aa   | 4,60 Ab   |
| <b>750</b>  | 2,13 Aa   | 2,80 Bb   | 1,80 Aa   | 3,16 Aa   |
| <b>1000</b> | 2,86 Ba   | 4,23 Cb   | 1,63 Aa   | 4,73 Ab   |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Ao analisarmos a Tabela 52 e 53 para micronutrientes foi verificado que houve interação significativa para os elementos B, Cu, Fe, Mn e Zn ao nível de 5% segundo o teste de Tukey.

Tabela 52. Análise de variância para a concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 50 DAT.

| Fonte de variação       | GL        | B       | Cu                   | Fe       | Mn       | Zn       |
|-------------------------|-----------|---------|----------------------|----------|----------|----------|
| <b>Tratamentos (A)</b>  | <b>1</b>  | 0,000** | 0,0527 <sup>ns</sup> | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Doses (B)</b>        | <b>3</b>  | 0,000** | 0,0000**             | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Interação (Ax B)</b> | <b>3</b>  | 0,000** | 0,0000**             | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** |
| <b>Bloco</b>            | <b>2</b>  |         |                      |          |          |          |
| <b>Resíduo</b>          | <b>14</b> |         |                      |          |          |          |
| <b>Total</b>            | <b>23</b> |         |                      |          |          |          |
| <b>CV (%)</b>           |           | 2,18    | 5,45                 | 0,38     | 1,63     | 0,00     |

\*\* Altamente significativo, \* altamente significativo e ns-não significativo

Tabela 53. Análise de variância para a concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio coletado aos 120 DAT.

| Fonte de variação      | GL | B                    | Cu                   | Fe                   | Mn                   | Zn                   |
|------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Tratamentos (A)</b> | 1  | 0,1035 <sup>ns</sup> | 0,2037 <sup>ns</sup> | 0,0530 <sup>ns</sup> | 0,1289 <sup>ns</sup> | 0,6970 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses (B)</b>       | 3  | 0,0187 <sup>*</sup>  | 0,0157 <sup>*</sup>  | 0,1475 <sup>ns</sup> | 0,0028 <sup>**</sup> | 0,6940 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b> | 3  | 0,133 <sup>ns</sup>  | 0,1497 <sup>ns</sup> | 0,7845 <sup>ns</sup> | 0,0417 <sup>*</sup>  | 0,7063 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>           | 2  | 0,6340 <sup>ns</sup> | 0,0964 <sup>ns</sup> | 0,4207 <sup>ns</sup> | 0,1756 <sup>ns</sup> | 0,4155 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>         | 14 |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>Total</b>           | 23 |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>CV (%)</b>          |    | 22,52                | 8,65                 | 33,88                | 22,17                | 33,56                |

\*\* Altamente significativo, \* altamente significativo e ns-não significativo

A Tabela 54 apresenta as médias da concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de berinjela denominada de Embu. Analisando o B e Mn podemos evidenciar que houve diferença significativa para a dose crescente (KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), com o aumento do K foi verificado que houve diminuição na concentração do B.

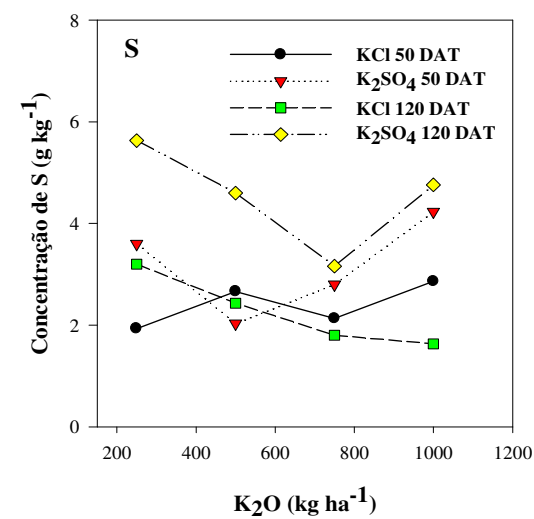
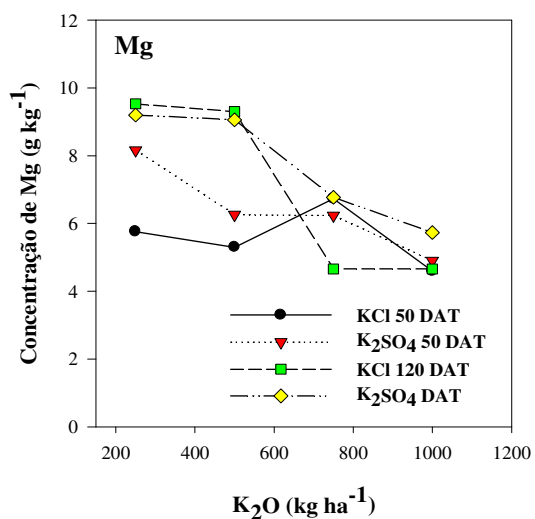
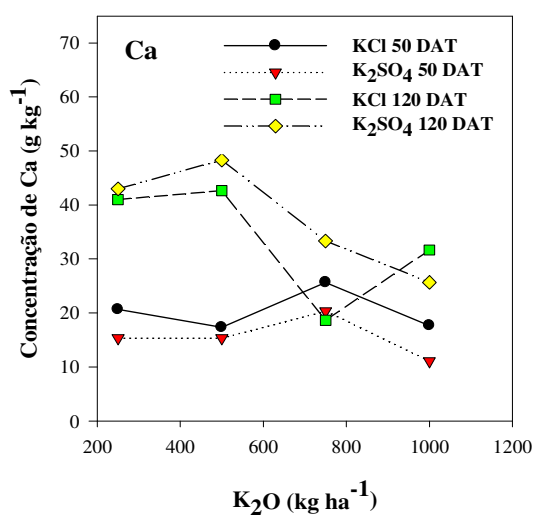
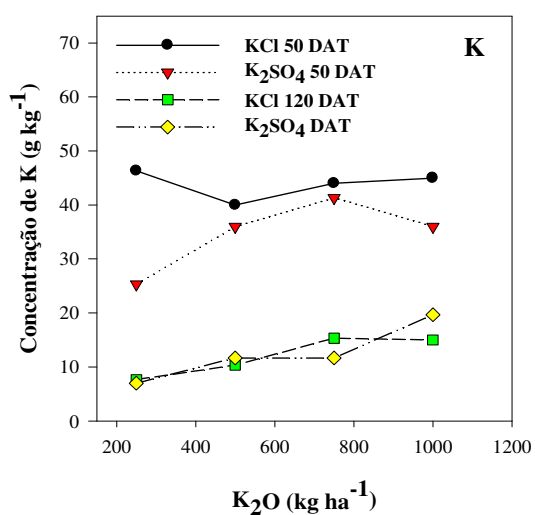
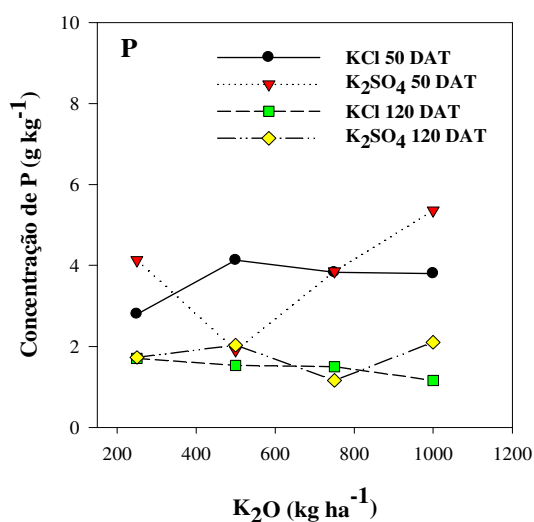
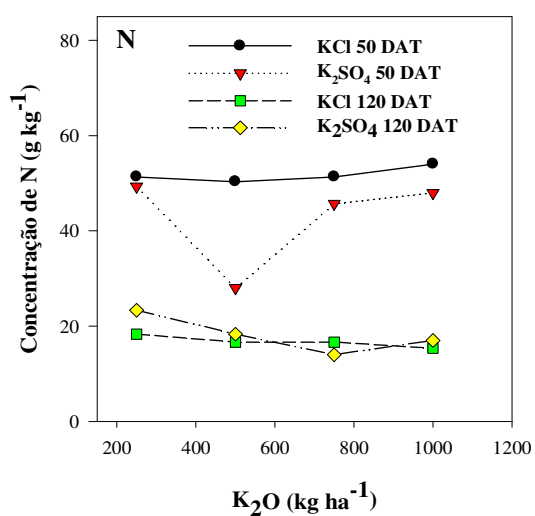
O teor de Mn considerado adequado possui uma amplitude de variação muito grande. Raij et al., (1996) indicam uma faixa de 30 - 250 mg kg<sup>-1</sup> para folhas.

O zinco, à semelhança do manganês, possui uma faixa ampla de teores considerados adequados para folhas. De acordo com Raij et al. (1996) varia de 30 – 100 mg kg<sup>-1</sup>. Segundo Oliveira et al., (1970) a quantidade de Zn é elevada na berinjela e na couve-flor, sendo que no pimentão apresenta-se em quantidade dez vezes menor.

Tabela 54. Média da concentração de micronutrientes na parte aérea das plantas de berinjela em função de fontes e doses de potássio.

| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Macronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> ) |                                |           |                                |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
|                                                  | 50 DAT                                 | 50 DAT                         | 120 DAT   | 120 DAT                        |
|                                                  | B                                      | B                              | B         | B                              |
|                                                  | Tratamentos                            |                                |           |                                |
|                                                  | KCl                                    | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 250                                              | 41,33 Aa                               | 47,66 Bb                       | 52,00 ABa | 55,66 Aa                       |
| 500                                              | 42,66 Aa                               | 44,00 Aa                       | 63,33 Ba  | 56,33 Aa                       |
| 750                                              | 41,33 Aa                               | 51,66 Cb                       | 35,66 Aa  | 57,66 Ab                       |
| 1000                                             | 46,66 Ba                               | 50,66 Cb                       | 29,00 Aa  | 44,66 Aa                       |
| <b>Cu</b>                                        |                                        |                                |           |                                |
| 250                                              | 11,33 Aa                               | 15,66 Cb                       | 6,33 Aa   | 6,33 Aa                        |
| 500                                              | 16,33 Bb                               | 9,00 Aa                        | 7,00 Aa   | 7,33 ABa                       |
| 750                                              | 12,33 Aa                               | 13,66 Ba                       | 7,00 Aa   | 8,33 Bb                        |
| 1000                                             | 15,33 Ba                               | 19,66 Db                       | 7,33 Aa   | 7,00 ABa                       |
| <b>Fe</b>                                        |                                        |                                |           |                                |
| 250                                              | 383,00 Db                              | 337,00 Ca                      | 63,00 Aa  | 74,00 Aa                       |
| 500                                              | 320,66 Cb                              | 149,33 Aa                      | 52,66 Aa  | 71,00 Aa                       |
| 750                                              | 297,33 Aa                              | 331,66 Bb                      | 51,00 Aa  | 66,00 Aa                       |
| 1000                                             | 307,66 Ba                              | 412,00 Db                      | 71,00 Aa  | 71,00 Aa                       |
| <b>Mn</b>                                        |                                        |                                |           |                                |
| 250                                              | 62,66 Cb                               | 42,33 Ca                       | 37,66 Aa  | 39,66 BCa                      |
| 500                                              | 33,33 Aa                               | 35,33 Bb                       | 32,00 Aa  | 51,33 Cb                       |
| 750                                              | 65,66 Da                               | 35,66 Bb                       | 24,00 Aa  | 30,00 ABa                      |
| 1000                                             | 44,00 Bb                               | 29,33 Aa                       | 29,00 Aa  | 21,00 Aa                       |
| <b>Zn</b>                                        |                                        |                                |           |                                |
| 250                                              | 33,66 Cb                               | 32,66 Ba                       | 21,66 Aa  | 20,33 Aa                       |
| 500                                              | 38,33 Db                               | 35,33 Ca                       | 25,66 Aa  | 25,66 Aa                       |
| 750                                              | 31,33 Bb                               | 29,66 Aa                       | 22,00 Aa  | 20,66 Aa                       |
| 1000                                             | 27,33 Aa                               | 48,33 Db                       | 20,00 Aa  | 27,66 Aa                       |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %



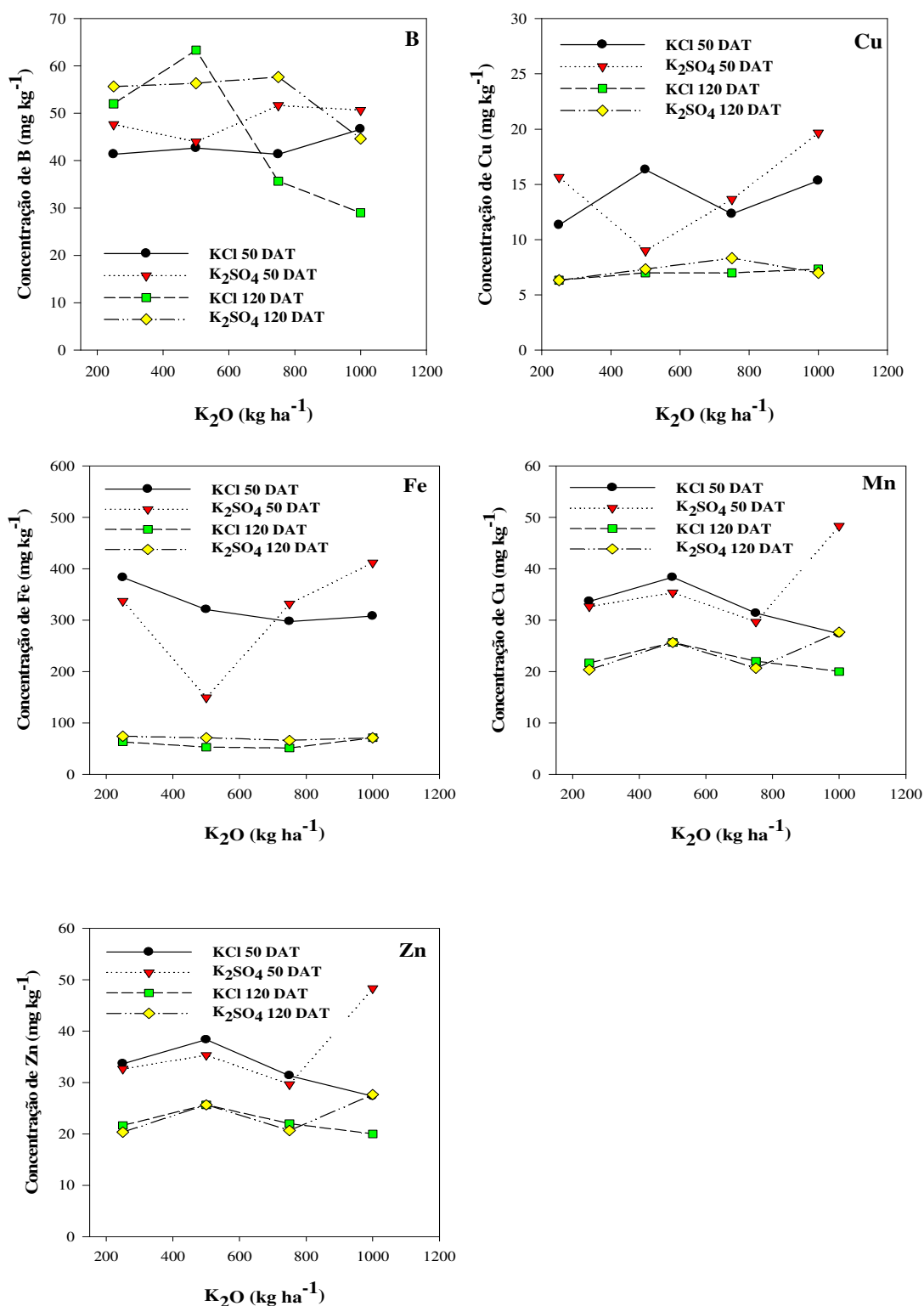


Figura 39. Concentração de macro e micronutriente na parte aérea de plantas de berinjela aos 50 e 120 DAT.'

### 6. 1. 3 Análise química da concentração de elementos minerais nos frutos

Conforme se observa nas Tabelas 55 e 56, houve diferenças significativas para os elementos P, K, Mg e S pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O tratamento usando a fonte sulfato de potássio apresentou concentração linear de P nos frutos de berinjela onde as doses com excesso K foram as que mais concentraram o macronutriente, entretanto para a fonte KCl foi verificado que as concentrações foram iguais.

A concentração do K foi diferente significativamente para tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Pode-se constatar que as duas fontes apresentaram concentração linear positiva, ou seja, com o aumento do K a absorção do elemento é maior pela planta. O K está relacionado com qualidade do fruto e aumento da produção.

Tabela 55. Análise de variância para a concentração de macronutrientes em frutos em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação      | GL | N                    | P                    | K                    | Ca                   | Mg                   | S                    |
|------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Tratamentos (A)</b> | 1  | 0,8600 <sup>ns</sup> | 0,0020 <sup>*</sup>  | 0,4077 <sup>ns</sup> | 0,5429 <sup>ns</sup> | 0,1447 <sup>ns</sup> | 0,0002 <sup>**</sup> |
| <b>Doses (B)</b>       | 3  | 0,0399 <sup>ns</sup> | 0,0153 <sup>ns</sup> | 0,0000 <sup>**</sup> | 0,1054 <sup>ns</sup> | 0,0015 <sup>*</sup>  | 0,0241 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b> | 3  | 0,9345 <sup>ns</sup> | 0,0156 <sup>ns</sup> | 0,2791 <sup>ns</sup> | 0,1054 <sup>ns</sup> | 0,1082 <sup>ns</sup> | 0,7257 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>           | 2  | 0,4900 <sup>ns</sup> | 0,8098 <sup>ns</sup> | 0,6578 <sup>ns</sup> | 1,0000 <sup>ns</sup> | 0,7968 <sup>ns</sup> | 0,7574 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>         | 14 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>Total</b>           | 23 |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>CV (%)</b>          |    | 13,56                | 13,95                | 12,26                | 37,41                | 15,39                | 13,94                |

\*\* Altamente significativo, \* altamente significativo e ns-não significativo

A concentração de Mg foi significativa para a variável dose crescente de potássio (cloreto e sulfato de potássio), que apresentou crescimento linear.

O esperado foi verificado para o S onde o elemento foi significativo a 5% de probabilidade para tratamentos. A fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> devido a sua fórmula apresentou maior concentração nos frutos de berinjela.

Tabela 56. Média da concentração dos macronutrientes nos frutos de berinjela.

| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> ) |                                |         |                                |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------|--------------------------------|
|                                                  | N                                     | N                              | P       | P                              |
|                                                  | Tratamentos                           |                                |         |                                |
|                                                  | KCl                                   | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl     | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
| <b>250</b>                                       | 15,66 Aa                              | 15,00 Aa                       | 3,16 Aa | 2,90 Aa                        |
| <b>500</b>                                       | 14,66 Aa                              | 15,66 Aa                       | 3,23 Aa | 3,53 ABa                       |
| <b>750</b>                                       | 18,66 Aa                              | 18,66 Aa                       | 3,36 Aa | 4,83 Cb                        |
| <b>1000</b>                                      | 17,66 Aa                              | 18,00 Aa                       | 2,80 Aa | 4,33 BCb                       |
|                                                  | K                                     | K                              | Ca      | Ca                             |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
| <b>250</b>                                       | 33,33 Aa                              | 26,33 Aa                       | 1,66 Aa | 1,66 ABa                       |
| <b>500</b>                                       | 33,66 Aa                              | 34,00 ABa                      | 2,00 Aa | 1,33 Aa                        |
| <b>750</b>                                       | 44,00 ABa                             | 44,66 BCa                      | 1,66 Aa | 3,00 Bb                        |
| <b>1000</b>                                      | 48,33 Ba                              | 47,66 Ca                       | 1,33 Aa | 1,33 Aa                        |
|                                                  | Mg                                    | Mg                             | S       | S                              |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
|                                                  |                                       |                                |         |                                |
| <b>250</b>                                       | 2,23 Aa                               | 2,06 Aa                        | 1,66 Aa | 2,00 Aa                        |
| <b>500</b>                                       | 2,20 Aa                               | 2,53 Aa                        | 1,50 Aa | 2,06 Ab                        |
| <b>750</b>                                       | 2,76 Aa                               | 3,73 Bb                        | 1,96 Aa | 2,63 Ab                        |
| <b>1000</b>                                      | 2,93 Aa                               | 2,83 ABa                       | 1,70 Aa | 2,33 Ab                        |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Na Tabela 57 apresentou a análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, foi verificado através da análise para os micronutrientes Cu e Fe houve diferença significativa.

Conforme apresentado na Tabela 57, Cu foi diferente significativamente apenas para tratamento. A fonte KCl mostrou concentração constante do elemento no fruto. Entretanto o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a concentração do elemento foi maior na dose de 750; 1000 e 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> de K, diferente da dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Tabela 57. Análise de variância para a concentração de micronutrientes em frutos de berinjela em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação      | GL | B                    | Cu                   | Fe                   | Mn                   | Zn                   |
|------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Tratamentos (A)</b> | 1  | 0,0207 <sup>ns</sup> | 0,0000 <sup>**</sup> | 0,0086 <sup>**</sup> | 0,6063 <sup>ns</sup> | 0,2370 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses (B)</b>       | 3  | 0,1469 <sup>ns</sup> | 0,1383 <sup>ns</sup> | 0,9094 <sup>ns</sup> | 0,2594 <sup>ns</sup> | 0,0225 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b> | 3  | 0,8622 <sup>ns</sup> | 0,2656 <sup>ns</sup> | 0,2608 <sup>ns</sup> | 0,4805 <sup>ns</sup> | 0,9181 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>           | 2  | 0,3217 <sup>ns</sup> | 0,5598 <sup>ns</sup> | 0,1673 <sup>ns</sup> | 0,3961 <sup>ns</sup> | 0,7280 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>         | 14 |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>Total</b>           | 23 |                      |                      |                      |                      |                      |
| <b>CV (%)</b>          |    | 24,53                | 7,47                 | 20,64                | 23,83                | 13,31                |

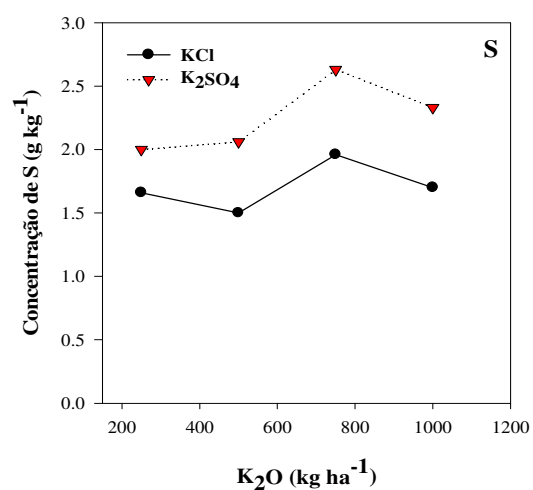
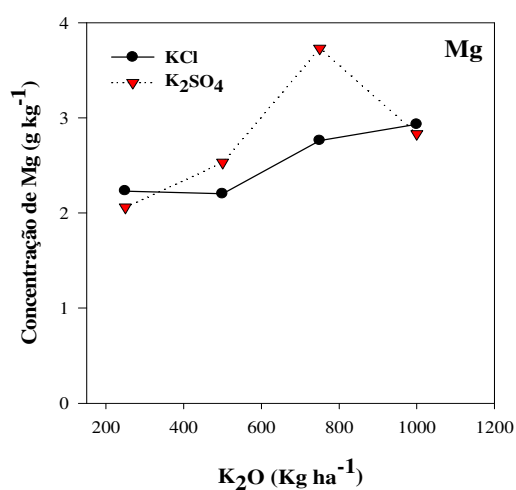
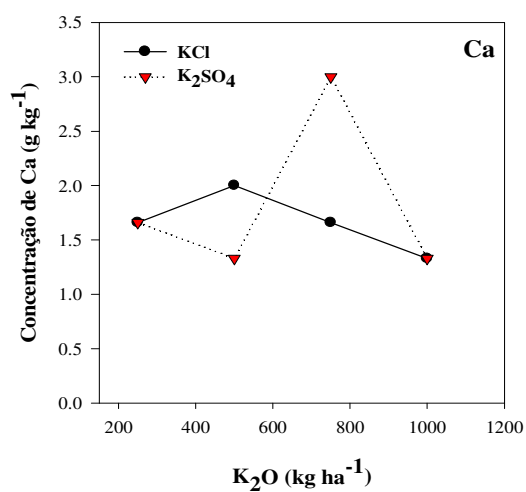
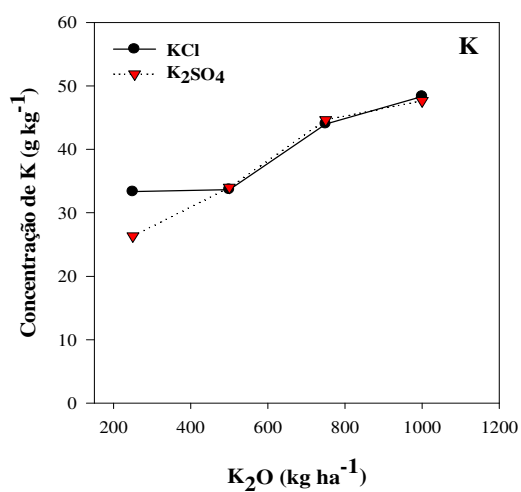
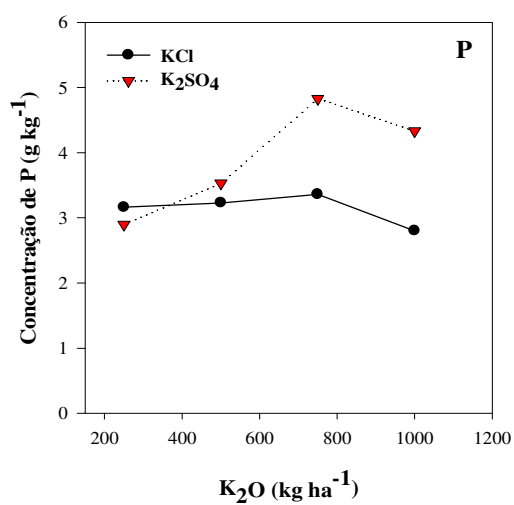
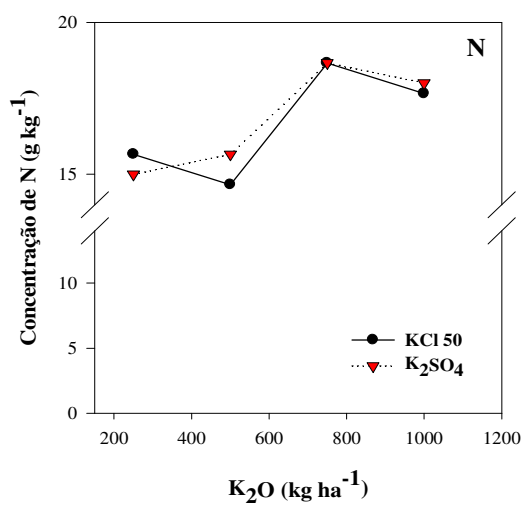
\*\* Altamente significativo; ns-não significativo

O micronutriente Fe foi diferente significativamente para o tratamento com a dose de 250 kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, quando comparado com a mesma dose usando a fonte 1000 kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Dentre os micronutrientes o Fe, foi sem dúvida, o mais absorvido pelas plantas de berinjela ficando evidente neste trabalho, concordando com os resultados encontrados por Oliveira et al., (1970), Rodrigues (2001) e Villas Bôas (2001) em experimentos com a cultura do pimentão.

Tabela 58. Média da concentração de micronutrientes em frutos de berinjela.

| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> ) |                                |           |                                |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
|                                                  | B                                      | B                              | Cu        | Cu                             |
|                                                  | Tratamentos                            |                                |           |                                |
|                                                  | KCl                                    | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl       | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  |                                        |                                |           |                                |
| <b>250</b>                                       | 22,00 Aa                               | 27,00 Aa                       | 10,33 Ab  | 8,00 ABa                       |
| <b>500</b>                                       | 20,00 Aa                               | 26,66 Aa                       | 10,00 Ab  | 7,66 Aa                        |
| <b>750</b>                                       | 26,33 Aa                               | 37,33 Aa                       | 10,33 Aa  | 9,33 Ba                        |
| <b>1000</b>                                      | 26,00 Aa                               | 31,66 Aa                       | 10,00 Ab  | 8,66 ABa                       |
|                                                  | <b>Fe</b>                              | <b>Fe</b>                      | <b>Mn</b> | <b>Mn</b>                      |
| <b>250</b>                                       | 53,00 Ab                               | 31,66 Aa                       | 12,00 Aa  | 11,33 Aa                       |
| <b>500</b>                                       | 40,66 Aa                               | 39,33 Aa                       | 11,66 Aa  | 12,66 Aa                       |
| <b>750</b>                                       | 74,00 Aa                               | 40,00 Aa                       | 14,66 Aa  | 15,66 Aa                       |
| <b>1000</b>                                      | 48,00 Aa                               | 34,66 Aa                       | 15,00 Aa  | 11,00 Aa                       |
|                                                  | <b>Zn</b>                              | <b>Zn</b>                      |           |                                |
| <b>250</b>                                       | 30,66 Aa                               | 27,66 Aa                       |           |                                |
| <b>500</b>                                       | 29,33 Aa                               | 29,00 Aa                       |           |                                |
| <b>750</b>                                       | 38,00 Aa                               | 34,66 Aa                       |           |                                |
| <b>1000</b>                                      | 30,33 Aa                               | 28,66 Aa                       |           |                                |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %



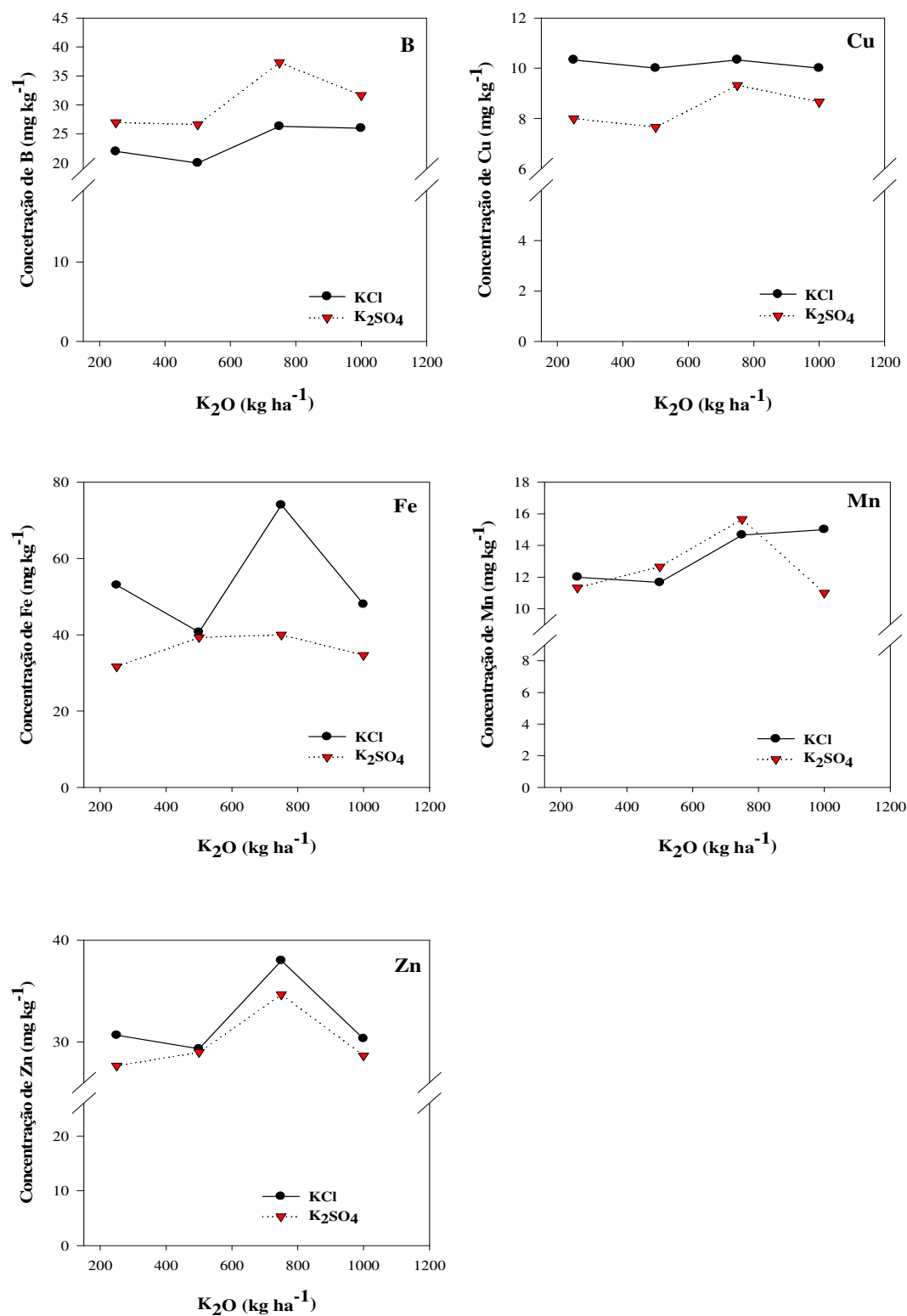


Figura 40. Concentração de macro e micronutriente nos frutos de berinjela de berinjela aos 50 e 120 DAT.

## 6. 2 Teor de pigmentos

O estresse salino pode promover, para a maioria das plantas, reduções consideráveis na fotossíntese líquida. Este efeito é geralmente associado a uma limitada capacidade de síntese e/ou maior degradação de clorofilas totais, clorofila *a* e clorofila *b*, indicando que sob estresse as plantas parecem necessitar de rotas alternativas de dissipação de energia a fim de evitar problemas de fotoinibição e fotoxidação.

Baseado nos resultados da análise de variância apresentada na Tabela 59 verifica-se que o teor de pigmentos em folhas de berinjela Embu mostrou interação entre a KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sendo significativo pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 59. Análise de variância do teor de clorofila *a* em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação            | GL    | SQ       | QM       | F                    |
|------------------------------|-------|----------|----------|----------------------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1     | 0,000752 | 0,000752 | 0,7770 <sup>ns</sup> |
| <b>Doses (B)</b>             | 3     | 0,077223 | 0,025741 | 0,0549 <sup>ns</sup> |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3     | 0,188873 | 0,062958 | 0,0010 <sup>*</sup>  |
| <b>Bloco</b>                 | 5     | 0,035935 | 0,007187 |                      |
| <b>erro</b>                  | 35    | 0,323015 | 0,009229 |                      |
| <b>Total</b>                 | 47    | 0,625798 |          |                      |
| <b>CV (%)</b>                | 14,24 |          |          |                      |

\* Significativo e ns-não significativo

Conforme apresenta a Tabela 59, não houve diferença significativa para fontes e dose crescentes de potássio, entretanto houve interação entre as duas fontes potássicas.

Analisando-se a fonte KCl (Tabela 60), o teor de pigmentos (clorofila *a*) para a doses crescentes K<sub>2</sub>O foram iguais significativamente, podemos evidenciar que a dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou maior concentração de pigmentos, quando comparado com a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para a mesma dose. Entretanto o tratamento com a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a dose de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou concentração de pigmentos superior quando comparado com a fonte KCl. No caso de danos fotoquímicos, existem fortes evidências de que células submetidas a estresse salino apresentam menor taxa de transporte de elétrons entre os fotossistemas

(ALLAKHVERDIEV et al., 2000). O menor transporte de elétrons culmina na menor produção de ATP e NADPH, os quais são essenciais para a fixação bioquímica do carbono, no entanto, possíveis alterações nesse mecanismo não foram possíveis de serem avaliadas nessa ocasião. Provavelmente houve maior degradação dos pigmentos com o aumento das doses de K<sub>2</sub>O para as fontes KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Tabela 60. Média do teor de clorofila *a* ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) em função das fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| <b>250</b>                           | 0,64 Aa     | 0,84 Bb                        | 0,74  |
| <b>500</b>                           | 0,72 Ab     | 0,58 Aa                        | 0,65  |
| <b>750</b>                           | 0,68 Aa     | 0,65 Aa                        | 0,67  |
| <b>1000</b>                          | 0,67 Aa     | 0,59 Aa                        | 0,63  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

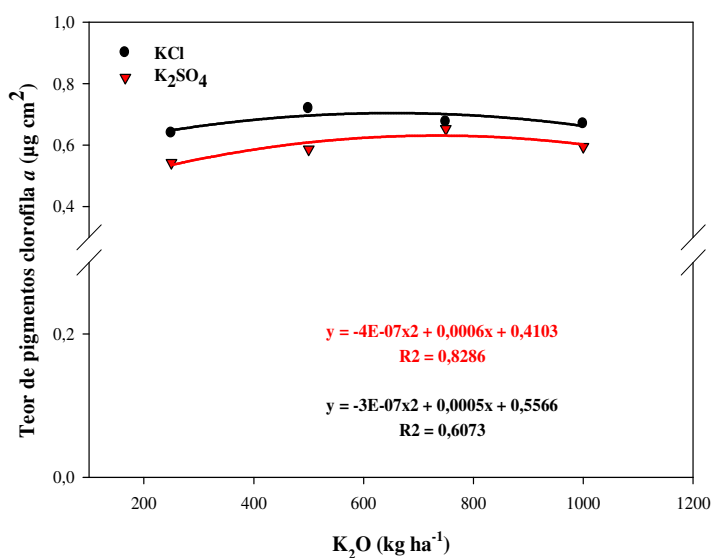


Figura 41. Teor de pigmentos (clorofila *a*) em função de fontes e doses de potássio.

Tabela 61. Média do teor de clorofila *b* ( $\mu\text{g cm}^2$ ) em função de fontes e doses de potássio.

| Fonte de variação     | GL    | SQ     | QM    | F                    |
|-----------------------|-------|--------|-------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1     | 0,001  | 0,001 | 0,8090 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3     | 0,1966 | 0,065 | 0,1029 <sup>ns</sup> |
| Interação (AxB)       | 3     | 0,666  | 0,222 | 0,0005 <sup>*</sup>  |
| Bloco                 | 5     | 0,100  | 0,020 |                      |
| erro                  | 35    | 1,033  | 0,029 |                      |
| Total                 | 47    | 1,998  |       |                      |
| CV (%)                | 14,82 |        |       |                      |

\* Significativo e ns-não significativo

Conforme apresenta a Tabela 61 houve diferença significativa para interação (KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A concentração de pigmentos (clorofila *b*) na dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> de KCl foi superior quando comparado com a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para a mesma dose. Entretanto o tratamento usando a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na dose de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou maior concentração de pigmentos quando comparado com o KCl.

Tabela 62. Média do teor de clorofila *b* ( $\mu\text{g cm}^2$ ) em função das fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| 250                                  | 1,08 Aa     | 1,45 Bb                        | 1,27  |
| 500                                  | 1,26 Ab     | 1,00 Aa                        | 1,13  |
| 750                                  | 1,16 Aa     | 1,13 Aa                        | 1,15  |
| 1000                                 | 1,15 Aa     | 1,02 Aa                        | 1,09  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

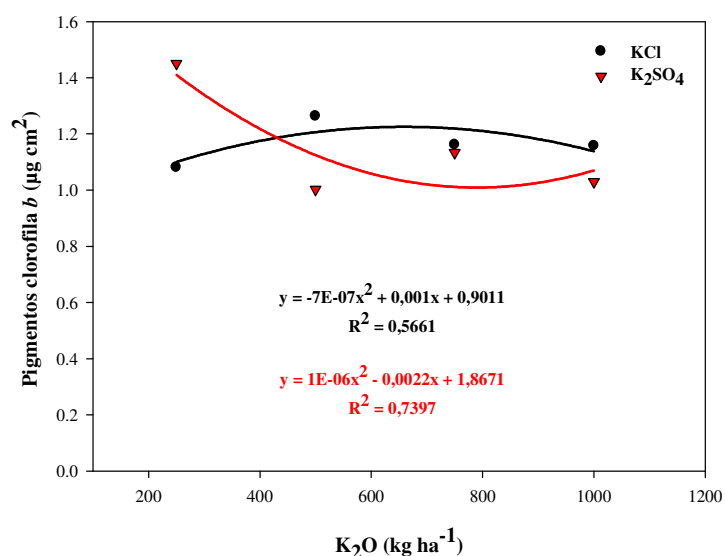


Figura 42. Teor de pigmentos (clorofila *b*) em função de fontes e doses de potássio.

Conforme apresentado na Tabela 63, foi verificado que o teor de pigmentos (clorofila *a* e *b*) para o tratamento usando a fonte KCl aos 30 DAT, foi superior nas doses 250 e 750  $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ , quando comparado com as doses de 500 e 1000  $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ .

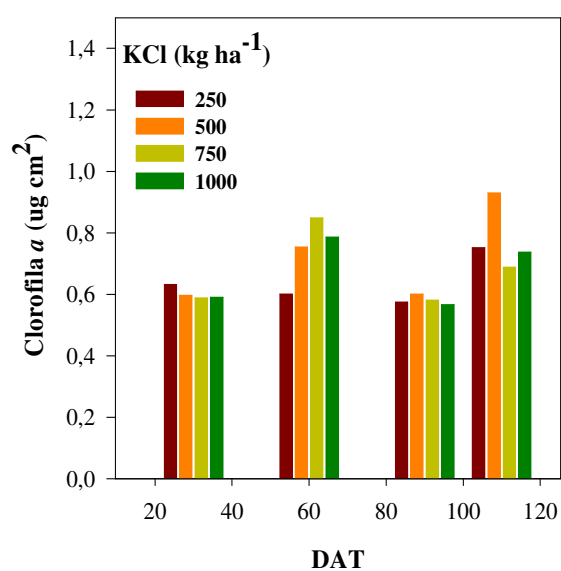
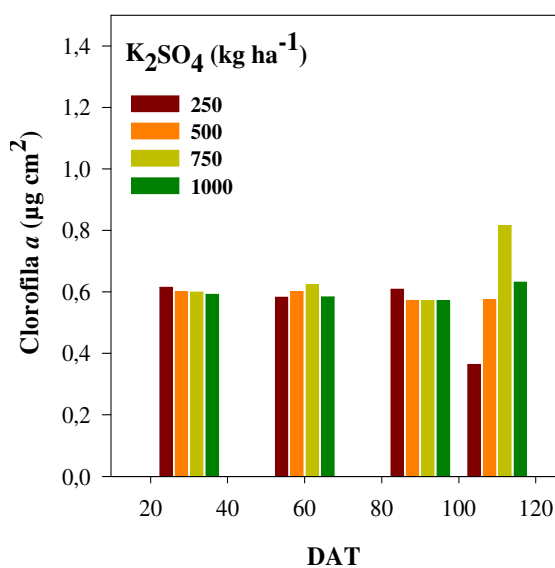
Aos 60 e 90 DAT não houve diferença significativa para a concentração de clorofila *a* e *b*.

A interação KCl e  $\text{K}_2\text{SO}_4$  apresentou a fonte KCl com concentração quantitativa de pigmentos, superior a fonte  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

Tabela 63. Média da análise de pigmentos clorofila *a* e *b* ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) em função das fontes e doses de potássio.

| Doses<br>( $\text{K}_2\text{O kg ha}^{-1}$ ) | Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) |                         |         |                         |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|---------|-------------------------|
|                                              | 30                                           | 30                      | 60      | 60                      |
|                                              | Tratamentos                                  |                         |         |                         |
|                                              | KCl                                          | $\text{K}_2\text{SO}_4$ | KCl     | $\text{K}_2\text{SO}_4$ |
| 250                                          | 0,630 Ba                                     | 0,61 Aa                 | 0,60 Aa | 0,58 Aa                 |
| 500                                          | 0,591 Aa                                     | 0,60 Aa                 | 0,75 Aa | 0,60 Aa                 |
| 750                                          | 0,596 ABa                                    | 0,60 Aa                 | 0,85 Aa | 0,62 Aa                 |
| 1000                                         | 0,590 Aa                                     | 0,59 Aa                 | 0,78 Aa | 0,58 Aa                 |
| 250                                          | 90                                           | 90                      | 110     | 110                     |
|                                              | 0,57 Aa                                      | 0,61 Aa                 | 0,75 Aa | 1,54 Bb                 |

|                                                    |           |           |            |            |
|----------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| <b>500</b>                                         | 0,60 Aa   | 0,57 Aa   | 0,93 Aa    | 0,57 Aa    |
| <b>750</b>                                         | 0,58 Aa   | 0,57 Aa   | 0,68 Aa    | 0,81 Aa    |
| <b>1000</b>                                        | 0,56 Aa   | 0,57 Aa   | 0,74 Aa    | 0,63 Aa    |
| <b>Clorofila b (<math>\mu\text{g cm}^2</math>)</b> |           |           |            |            |
|                                                    | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>60</b>  | <b>60</b>  |
| <b>250</b>                                         | 1,00 Aa   | 0,99 Aa   | 1,02 Aa    | 1,02 Aa    |
| <b>500</b>                                         | 0,99 Aa   | 0,98 Aa   | 1,32 Ab    | 1,02 Aa    |
| <b>750</b>                                         | 0,98 Aa   | 1,00 Aa   | 1,42 Ab    | 1,06 Aa    |
| <b>1000</b>                                        | 1,00 Aa   | 10,1 Aa   | 1,34 Ab    | 1,00 Aa    |
|                                                    | <b>90</b> | <b>90</b> | <b>110</b> | <b>110</b> |
| <b>250</b>                                         | 0,98 Aa   | 1,04 Aa   | 1,31 Aa    | 1,73 Aa    |
| <b>500</b>                                         | 1,03 Aa   | 1,00 Aa   | 1,70 Aa    | 0,99 Aa    |
| <b>750</b>                                         | 1,01 Aa   | 0,99 Aa   | 1,21 Aa    | 1,46 Aa    |
| <b>1000</b>                                        | 0,98 Aa   | 0,99 Aa   | 1,29 Aa    | 1,10 Aa    |



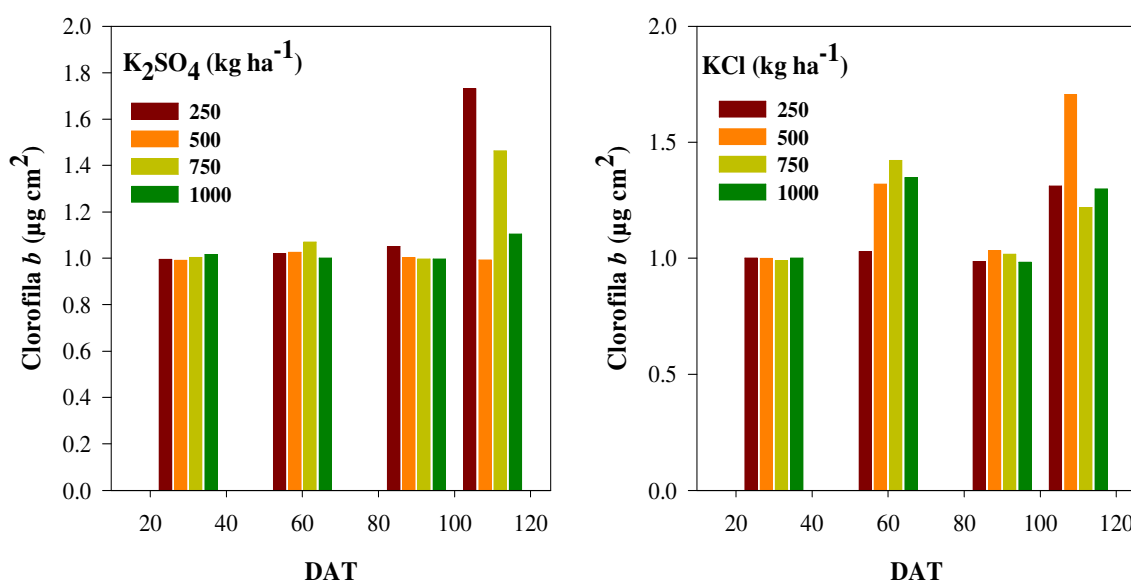


Figura 43. Teor de pigmentos (clorofila *a* e *b*) durante o período experimental em função de épocas, fontes e doses de potássio.

### 6. 3 Proteína solúvel total

A análise do teor de proteínas solúveis nas folhas é um parâmetro de referência para os resultados do teor de L-prolina, atividade das enzimas SOD e catalase.

Conforme a Tabela 64, não houve diferença significativa do teor de proteína solúvel em função das fontes potássicas e interação, considerando que o coeficiente de variação (C.V.) para o teste foi 10,66%. Para as doses crescentes de K os resultados foram significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 64. Análise de variância para proteína solúvel total em função das fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL    | SQ       | QM       | F                    |
|-----------------------|-------|----------|----------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1     | 0,000267 | 0,000267 | 0,8988 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3     | 0,572083 | 0,190694 | 0,0004 <sup>**</sup> |
| Interação (AxB)       | 3     | 0,183367 | 0,061122 | 0,0336 <sup>ns</sup> |
| Bloco                 | 2     | 0,066900 | 0,033450 |                      |
| erro                  | 14    | 0,222433 | 0,015888 |                      |
| Total                 | 23    | 1,045050 |          |                      |
| CV (%)                | 10,66 |          |          |                      |

\*\* Altamente significativo e ns-não significativo

Tabela 65. Média da concentração de proteína solúvel total ( $\mu\text{g g MMF}$ ) em função das fontes e doses de potássio.

| <b>K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>Tratamentos</b> |                                    |              |
|------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | <b>KCl</b>         | <b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | <b>Média</b> |
| <b>250</b>                               | 1,28 ABa           | 1,48 Ba                            | 1,38         |
| <b>500</b>                               | 1,39 Bb            | 1,13 Aa                            | 1,26         |
| <b>750</b>                               | 1,07 Aa            | 1,16 Aa                            | 1,11         |
| <b>1000</b>                              | 1,00 Aa            | 0,94 Aa                            | 0,97         |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Analisando a fonte KCl (Tabela 65) pode-se verificar que o tratamento com a dose de 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou média geral das plantas superior, quando comparado aos tratamentos sob condição de salinidade, sendo significativa a 5% de probabilidade pelo Teste F. Como a atividade das enzimas SOD e catalase, estão diretamente ligadas ao teor de proteína solúvel nas folhas, pode-se previamente inferir que as mesmas tiveram suas atividades alteradas em função da salinidade do solo, corroborando com os resultados obtidos por Leonardo (2003) e Tonin (2005) que concluíram que a atividade da SOD e da catalase podem ser indicadores dos níveis de estresse nas plantas de pimentão, em trabalho realizado com híbrido. Entretanto a fonte K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> devido ao seu baixo índice salino o tratamento com a dose 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> apresentou média geral superior aos demais, sendo que o tratamento com excesso de K apresentou diminuição na sua concentração. De acordo com Lacher (1995), sob influência do estresse, a síntese de proteína é inibida e a degradação de proteínas é acelerada, o que leva a um acúmulo de aminoácidos e aminas livres. Uma característica marcante de um distúrbio no metabolismo das proteínas é a mudança nas proporções dos aminoácidos e, frequentemente, um acúmulo elevado na concentração de prolina.

Os resultados para proteína solúvel ( $\mu\text{g g MMS}$ ) estão na Figura 44. Pode-se observar decréscimo para a situação de altas doses de K, tanto para tratamentos com cloreto quanto com sulfato.

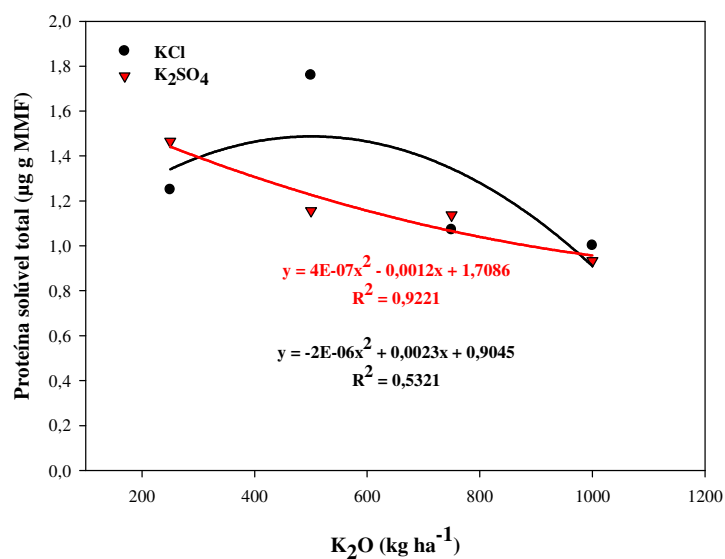


Figura 44. Concentração de proteína solúvel total em função de doses e fontes de potássio.

Tabela 66. Média da análise da concentração de proteína solúvel total ( $\mu\text{g g MMF}$ ) em função das fontes e doses de potássio.

| Doses<br>( $\text{K}_2\text{O kg ha}^{-1}$ ) | Proteína ( $\mu\text{g g MMF}$ ) |                         |         |                         |
|----------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------|-------------------------|
|                                              | 30                               | 30                      | 60      | 60                      |
|                                              | Tratamentos                      |                         |         |                         |
|                                              | KCl                              | $\text{K}_2\text{SO}_4$ | KCl     | $\text{K}_2\text{SO}_4$ |
|                                              |                                  |                         |         |                         |
| 250                                          | 1,46 Aa                          | 1,42 Ba                 | 1,21 Aa | 1,53 Aa                 |
| 500                                          | 1,30 Aa                          | 1,30 ABa                | 1,76 Aa | 1,27 Aa                 |
| 750                                          | 1,25 Aa                          | 0,90 ABa                | 1,10 Aa | 1,58 Aa                 |
| 1000                                         | 0,92 Aa                          | 0,76 Aa                 | 1,32 Aa | 1,10 Aa                 |
|                                              | 90                               | 90                      | 110     | 110                     |
| 250                                          | 1,44 Aa                          | 1,81 Ba                 | 1,00 Aa | 1,18 Aa                 |
| 500                                          | 1,25 Aa                          | 1,42 ABa                | 1,24 Ab | 0,51 Aa                 |
| 750                                          | 1,10 Aa                          | 1,34 ABa                | 0,84 Aa | 0,80 Aa                 |
| 1000                                         | 1,07 Aa                          | 0,92 Aa                 | 0,68 Aa | 0,96 Aa                 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

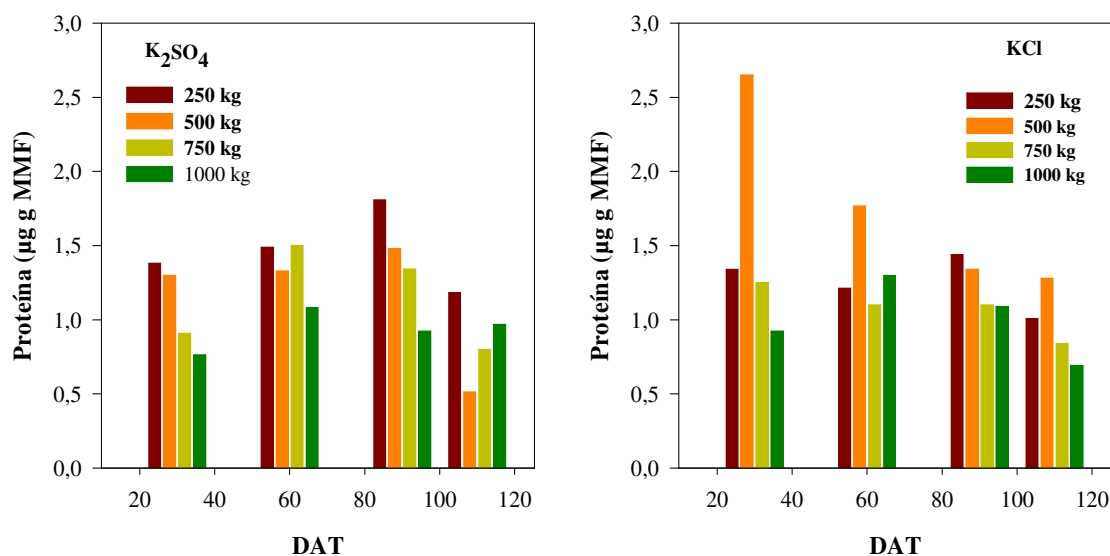


Figura 45. Concentração de proteína solúvel total (µg g MMF) durante o período experimental.

#### 6. 4 Teor de L-Prolina

O teor de L-prolina, em  $\text{nmol g}^{-1}$  MMF no extrato bruto, apresentou diferença significativa em função das fontes, doses e de sua interação, conforme a Tabela 67.

Tabela 67. Análise de variância para teor de L-prolina em função das fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL           | SQ             | QM      | F        |
|-----------------------|--------------|----------------|---------|----------|
| Fontes potássicas (A) | 1            | 1193924        | 1193924 | 0,0000** |
| Doses (B)             | 3            | 1687822        | 562607  | 0,0000** |
| Interação (AxB)       | 3            | 4741286        | 1580428 | 0,0000** |
| Bloco                 | 5            | 44023          | 8804    |          |
| erro                  | 35           | 438754         | 12535   |          |
| <b>Total</b>          | <b>47</b>    | <b>8105812</b> |         |          |
| <b>CV (%)</b>         | <b>15,30</b> |                |         |          |

\*\* Altamente significativo

Verificou-se que para as fontes, os resultados foram significativos a 5% de probabilidade, conforme esperado após análise de proteína. Para o tratamento usando a

fonte KCl verificou-se que a dose de 1000 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> foi superior, quando comparado com as outras doses no mesmo tratamento.

O fertilizante K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> apresentou resultados semelhante ao KCl, onde foi verificado que a dose 1000 kg ha<sup>-1</sup> foi superior.

As maiores concentrações de L-prolina ocorreu na interação KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para o excesso de K<sub>2</sub>O. A fonte sulfato de potássio apresentou concentração de L-prolina superior, quando comparado com a fonte KCl, mas as mesmas foram iguais significativamente, estes resultados concordam com Blanco (2004) onde o aumento da dose de K aplicada resultou no aumento do teor de K e de prolina nas folhas de tomateiro, sendo este um possível mecanismo de adaptação da planta a salinidade. Leonardo (2003), cultivando plantas com 1,5 de C.E. também observou maior teor de prolina nas plantas sob situação de 4,5 dS m<sup>-1</sup>. O mesmo autor ainda verificou, para quatro níveis de C.E., que o teor de L-prolina aumentou em função da salinidade do solo. Uma das manifestações não específica do estado de estresse, ou seja, independente da natureza do agente estressor é o aparecimento de substâncias osmoticamente ativas, como L-prolina.

Tabela 68. Média do teor de prolina (nmol g<sup>-1</sup> MMF) em função das fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |         |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|---------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média   |
| <b>250</b>                           | 471,79 Ba   | 650,14 Ab                      | 560,96  |
| <b>500</b>                           | 276,95 Aa   | 833,44 Bb                      | 555,19  |
| <b>750</b>                           | 241,99 Aa   | 704,10 Ba                      | 806,44  |
| <b>1000</b>                          | 1306,15 Cb  | 1370,90 Cb                     | 1005,12 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Weinberg et al., (1984) encontraram uma correlação entre o acúmulo de prolina e o aumento da tolerância a sais. A hidrólise de proteínas em situações de estresse salino, segundo diversos pesquisadores, pode ser responsável por este aumento do teor de prolina (TORELLO & RICE, 1986). Os mesmos autores acreditam também que esta resposta possa ser resultado da conversão de açúcares na via do glicolato. É possível que sob esta condição de estresse, a prolina possa atuar como protetor das proteínas, entretanto, alguns afirmam que esta função ocorre apenas como uma resposta adaptativa à condição de estresse e

que este aminoácido não possa ser considerado um indicador de tolerância à salinidade. Torello e Rice (1986) constataram esta função osmoregulatória da prolina em gramíneas, ao estudar o efeito salino do cloreto de sódio.

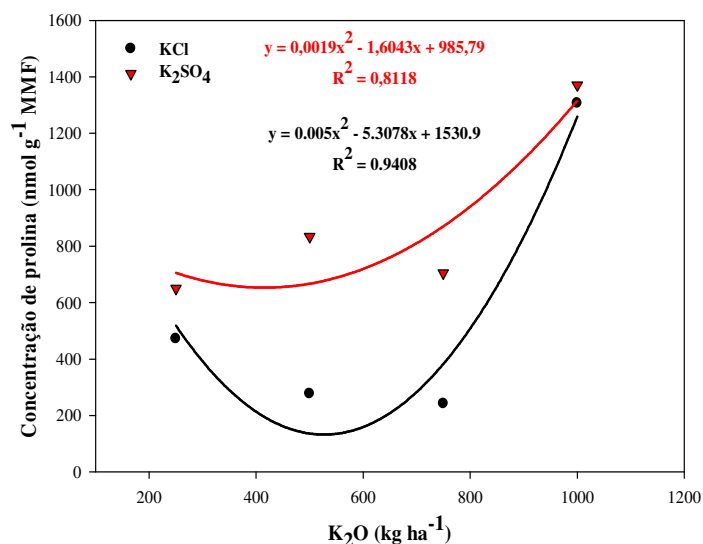


Figura 46. Concentração de L-prolina (nmol g<sup>-1</sup> MMF) durante o período experimental.

Tabela 69. Média do teor de prolina (nmol g<sup>-1</sup> MMF) em função de fontes e doses de potássio.

| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Concentração de prolina (nmol g <sup>-1</sup> MMS) |                                |            |                                |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|
|                                                  | 30                                                 | 30                             | 60         | 60                             |
|                                                  | Tratamentos                                        |                                |            |                                |
|                                                  | KCl                                                | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl        | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  |                                                    |                                |            |                                |
| 250                                              | 88,56 Aa                                           | 428,48 Ab                      | 583,75 Bb  | 444,66 Ba                      |
| 500                                              | 309,77 Aa                                          | 972,83 ABa                     | 216,85 Aa  | 218,05 Aa                      |
| 750                                              | 228,67 Aa                                          | 1101,12 Bb                     | 218,05 Aa  | 252,22 Aa                      |
| 1000                                             | 514,81 Aa                                          | 2793,53 Cb                     | 2297,14 Cb | 622,72 Ca                      |
|                                                  | 90                                                 | 90                             | 110        | 110                            |
| 250                                              | 331,36 ABb                                         | 176,68 Aa                      | 883,50 Ca  | 1150,00 Cb                     |
| 500                                              | 213,25 Aa                                          | 858,32 Db                      | 367,93 Ba  | 1284,57 Bb                     |
| 750                                              | 353,54 Ba                                          | 336,76 Ba                      | 167,69 Aa  | 755,81 Aa                      |
| 1000                                             | 466,24 Bb                                          | 707,25 Cb                      | 1946,42 Db | 1730,60 Cb                     |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

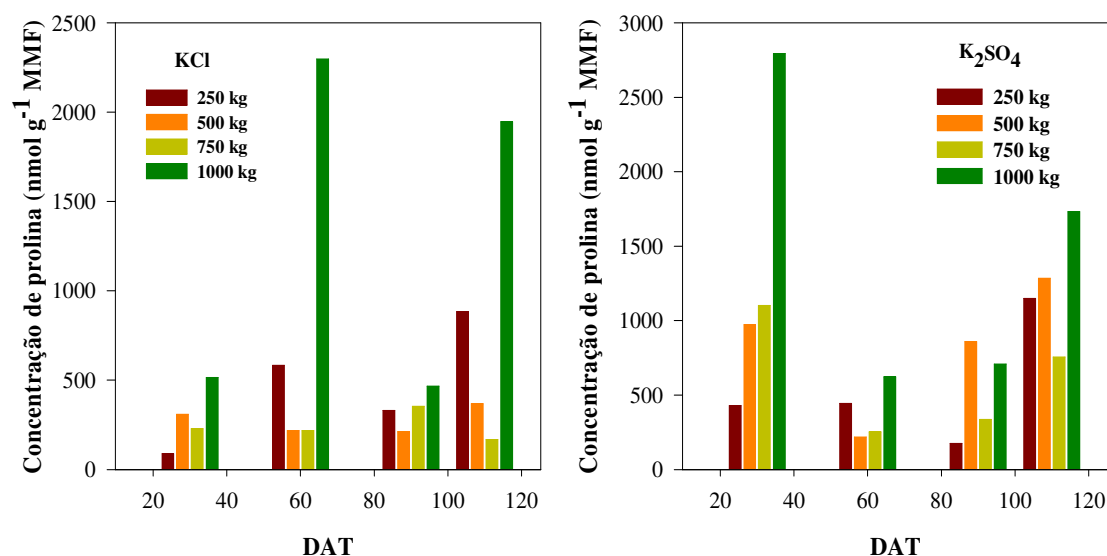


Figura 47. Concentração de prolina (nmol g<sup>-1</sup> MMF) durante o período experimental.

## 6. 5 Atividade da enzima superóxido dismutase

Para médias dos tratamentos não houve diferença, entretanto para doses e interação houve diferença, para a situação de estresse. O resumo das análises de variância para a atividade da SOD em folhas de berinjela Embu está apresentado na Tabela 70. Os valores médios da atividade da SOD expressos em (UI µg prot.<sup>-1</sup>), estão apresentados nas Tabela 71. Os valores obtidos para SOD em função idade fisiológica das plantas estão apresentados na Tabela 72.

Tabela 70. Análise de variância para atividade da superoxido dismutase em função de fontes e doses crescentes de potássio.

| Fonte de variação     | GL           | SQ          | QM   | F                    |
|-----------------------|--------------|-------------|------|----------------------|
| Fontes potássicas (A) | 1            | 384         | 384  | 0,0760 <sup>ns</sup> |
| Doses (B)             | 3            | 3293        | 1097 | 0,0007 <sup>**</sup> |
| Interação (AxB)       | 3            | 2442        | 814  | 0,0027 <sup>*</sup>  |
| Bloco                 | 2            | 166         | 83   |                      |
| erro                  | 14           | 1463        | 104  |                      |
| <b>Total</b>          | <b>23</b>    | <b>7749</b> |      |                      |
| <b>CV (%)</b>         | <b>13,05</b> |             |      |                      |

<sup>\*\*</sup>Altamente significativo, <sup>\*</sup> significativo e <sup>ns</sup> não significativo

Analisando a Tabela 71 para o fertilizante KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, foi verificado valor superior, comparado com outras doses no tratamento. A fonte sulfato de potássio comportou-se de maneira parecida com o cloreto de potássio, apresentando concentração crescente da média (UI µg prot.<sup>-1</sup>) de proteína nas folhas.

Tabela 71. Média da concentração SOD em (UI µg<sup>-1</sup> de proteína) em função das fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| <b>250</b>                           | 88,66 ABb   | 48,66 Aa                       | 68,66 |
| <b>500</b>                           | 66,00 Aa    | 78,33 Ba                       | 72,16 |
| <b>750</b>                           | 71,33 Aa    | 77,00 Ba                       | 74,16 |
| <b>1000</b>                          | 103,33 Ba   | 93,33 Ba                       | 98,33 |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Os resultados apresentados (Figura 71) mostram que com o aumento do K<sub>2</sub>O, os quais com exceção da dose 500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, a atividade da SOD em correlação direta com o aumento da mesma. A enzima SOD apresenta aumento de atividade, sempre que as plantas são submetidas a um ambiente estressante, como salinidade, altas temperaturas, estresse hídrico, alta intensidade luminosa, ataque fitopatogênico e ou insetos, entre outros (BROETTO et al, 2002). No entanto, a atividade da enzima pode ser requerida, mesmo em situações normais, para dismutar espécies reativas de oxigênio evoluídas do metabolismo de açúcares na mitocôndria. A isoforma CuZn-SOD, a Fe-SOD e a Mn-SOD estão presentes no citoplasma, no cloroplasto e na mitocôndria, respectivamente, tornando possível medir-se respostas específicas e do sistema de resposta antioxidativo, pelo monitoramento da atividade destas diferentes classes de SOD (MISZALSKI et al., 1998). Além disso, é possível que o desvio da rota normal de produção de ATP e NADPH via redutase da ferredoxina (Reação de Mehler) resulte na formação de radical superóxido, que também é altamente reativo, podendo originar outras espécies ativas de oxigênio, tais como a clorofila, radical hidroxila e peróxido de hidrogênio (MITLLER, 2002). Tais espécies ativas de oxigênio provocam o que se conhece por estresse oxidativo, o qual resulta, em última análise, em danos celulares que podem levar à morte da planta (GARCÍA-PLAZAOLA e BECERRIL, 1999; MITTLER, 2002).

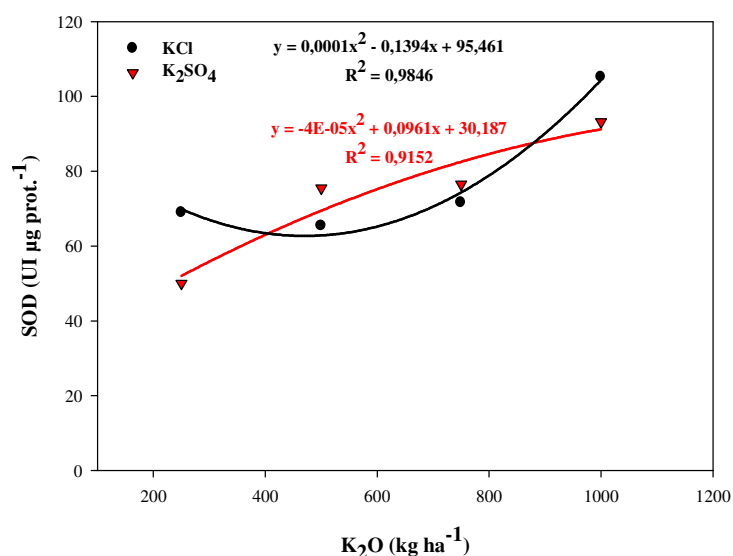


Figura 48. Atividade da enzima superóxido dismutase (UI  $\mu\text{g}^{-1}$  de proteína) em função das doses de  $\text{K}_2\text{O}$ .

Analisando a Tabela 72 pode-se verificar que durante o período experimental as fontes usadas apresentaram concentração de SOD parecidas com aumento K para as plantas com estresse salino. Leonardo (2003) e Tonin (2005) também verificaram o aumento da atividade desta enzima em função do aumento da C.E. do solo, para a cultura do pimentão, concluindo que a atividade da SOD, em pimentão, pode ser interpretada como marcador bioquímico para reações das plantas em situações de estresse ambiental, apresentando funções antioxidativas, atuando na dismutação de espécies reativas de oxigênio.

Tabela 72. Média da concentração SOD em (UI  $\text{g}^{-1}$  de proteína) em épocas de coletas diferentes em função das fontes e doses de potássio.

| Doses<br>( $\text{K}_2\text{O}$ $\text{kg ha}^{-1}$ ) | Concnetração da SOD (UI $\text{g}^{-1}$ de proteína) |                         |           |                         |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
|                                                       | 30                                                   | 30                      | 60        | 60                      |
|                                                       | Tratamentos                                          |                         |           |                         |
|                                                       | KCl                                                  | $\text{K}_2\text{SO}_4$ | KCl       | $\text{K}_2\text{SO}_4$ |
|                                                       |                                                      |                         |           |                         |
| 250                                                   | 9,66 ABb                                             | 40,70 Aa                | 63,29 Aa  | 49,03 Aa                |
| 500                                                   | 64,04 ABa                                            | 54,21Aa                 | 44,00 Aa  | 47,79 Aa                |
| 750                                                   | 52,64 Aa                                             | 85,42 ABa               | 73,71 Aa  | 82,01 Aa                |
| 1000                                                  | 110,01Ba                                             | 104,66 Ba               | 51,35 Aa  | 73,84 Aa                |
|                                                       | 90                                                   | 90                      | 110       | 110                     |
| 250                                                   | 73,02 ABb                                            | 26,34 Aa                | 121,59 Bb | 77,75 Aa                |

|             |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>500</b>  | 89,21 Bb  | 52,23 Ba  | 66,28 Aa  | 160,13 Bb |
| <b>750</b>  | 73,93 ABb | 30,93 ABa | 83,92 ABa | 109,76 Aa |
| <b>1000</b> | 64,76 Aa  | 115,69 Cb | 188,02 Cb | 79,07 Aa  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

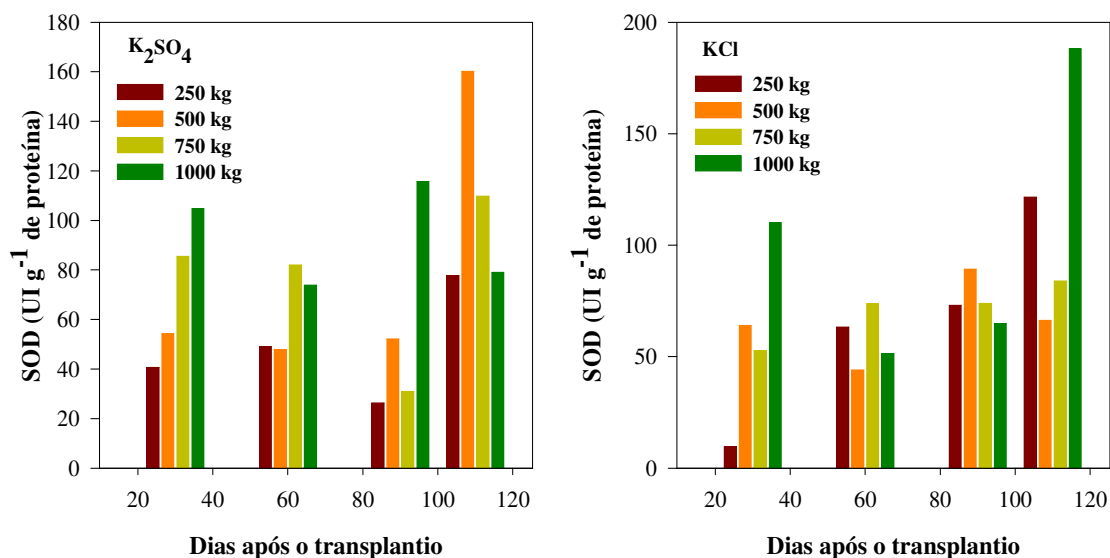


Figura 49. Atividade da enzima superóxido dismutase (UI  $\mu\text{g}^{-1}$  de proteína) em função do tempo de cultivo

## 6. 6 Atividade da enzima catalase

A Tabela 73 apresenta os resultados da análise de variância para a atividade da catalase, expressa em (mKat  $\text{mg}^{-1}$  de proteína).

Tabela 73. Análise de variância para atividade da catalase (mKat mg Prot<sup>-1</sup>) em função de fontes e de potássio.

| Fonte de variação            | GL    | SQ     | QM    | F       |
|------------------------------|-------|--------|-------|---------|
| <b>Fontes potássicas (A)</b> | 1     | 2,781  | 2,781 | 0,0356  |
| <b>Doses (B)</b>             | 3     | 1,948  | 0,649 | 0,3250  |
| <b>Interação (AxB)</b>       | 3     | 13,687 | 4,562 | 0,0015* |
| <b>Bloco</b>                 | 2     | 0,977  | 0,488 |         |
| <b>erro</b>                  | 14    | 7,198  | 0,514 |         |
| <b>Total</b>                 | 23    | 26,592 |       |         |
| <b>CV (%)</b>                | 11,60 |        |       |         |

\* Significativo e ns-não significativo

Conforme apresentado na Tabela 73, os resultados da análise de variância ao nível de significância de 5 % pelo teste F, demonstraram que somente a interação KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi significativa.

Tabela 74. Média da atividade da catalase (mKat mg<sup>-1</sup> de proteína) em função das fontes e doses de potássio.

| K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> | Tratamentos |                                |       |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------|
|                                      | KCl         | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Média |
| <b>250</b>                           | 5,91 Aa     | 6,77 Ba                        | 6,34  |
| <b>500</b>                           | 8,06 Bb     | 5,03 Aa                        | 6,55  |
| <b>750</b>                           | 6,27 Aa     | 5,33 ABa                       | 5,80  |
| <b>1000</b>                          | 5,83 Aa     | 6,23 ABa                       | 6,03  |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

Conforme pode ser observado na Figura 74, a atividade da catalase para a fonte KCl apresentou maior atividade, com a dose de (500 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) apresentando média superior. Observou-se ainda que o aumento da atividade foi inversamente proporcional ao aumento das doses de K, durante o período experimental. Neste caso, infere-se que tenham ocorrido alterações na estrutura protéica da enzima, devido ao efeito estressante dos sais, causando a diminuição de sua atividade. Tais alterações na atividade da catalase podem ocorrer como resposta à salinidade, altas intensidades luminosas, temperatura e outros eventos estressantes, com diminuição de sua atividade (KALIR e POLJAKOFF-MAYBER, 1981; BROETTO, 2002).

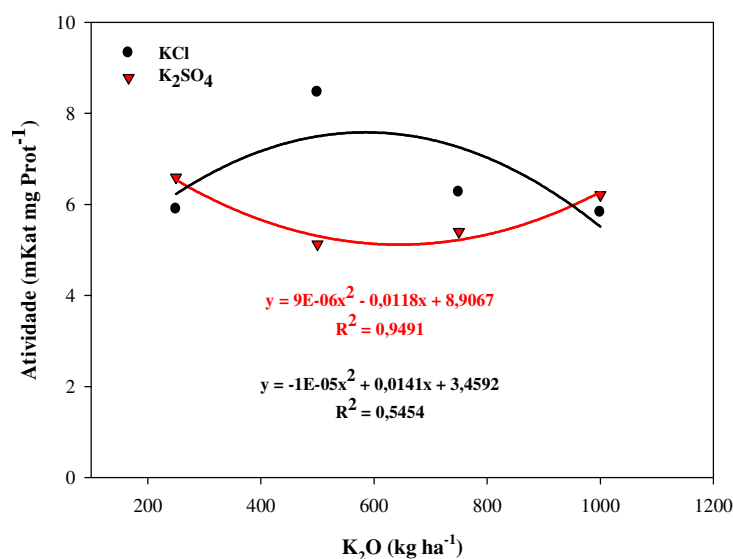


Figura 50. Atividade da enzima catalase em função de doses e fontes de potássio.

Conforme Figura 75, foi verificado que a atividade da catalase quantitativamente foi maior até 60 DAT, após este período até o final do ciclo da cultura, registrou-se diminuição na atividade da enzima. Isto pode ser explicado com um aumento das taxas de respiração celular, em função da alteração das rotas metabólicas com maior ênfase para o controle. Estes resultados discordam dos encontrados por (LEONARDO, 2003) que trabalhando com a cultura do pimentão submetido à salinidade considerando diferentes níveis de C.E. a atividade da catalase variou pouco, até os 78 DAT. Após este período e até o final do ciclo da cultura, registrou-se aumento drástico na atividade da enzima. Experimentos *in vitro* demonstraram que podem ocorrer efeitos como alteração da estrutura da enzima ou hidrólise protéica, pela ação osmótica do sal nos tecidos vegetais (FEIERABEND & ENGEL, 1986). Em experimento com pepino, Zhujun et al., (1994) obteve resultados semelhantes, onde com adição de silício ocorreu uma redução na atividade da catalase comparado aos tratamentos sem adição de Si.

Tabela 75. Média da atividade da catalase (mKat.mg Prot<sup>-1</sup>) em função das fontes e doses de potássio e épocas de coletas.

| Doses<br>(K <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup> ) | Atividade da catalase (Kat mg Prot <sup>-1</sup> ) |                                |          |                                |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|----------|--------------------------------|
|                                                  | 30                                                 | 30                             | 60       | 60                             |
|                                                  | Tratamentos                                        |                                |          |                                |
|                                                  | KCl                                                | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | KCl      | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
|                                                  | 30                                                 | 30                             | 60       | 60                             |
| 250                                              | 7,15 Aa                                            | 5,66 Aa                        | 4,79 Aa  | 9,31 Ab                        |
| 500                                              | 12,34 Ba                                           | 7,65 Aa                        | 8,65 Ba  | 7,37 Aa                        |
| 750                                              | 9,80 ABa                                           | 8,08 Aa                        | 8,75 Bb  | 5,86 Aa                        |
| 1000                                             | 8,31 ABa                                           | 13,17 Bb                       | 8,81 Bb  | 6,15 Aa                        |
|                                                  | 90                                                 | 90                             | 110      | 110                            |
| 250                                              | 6,46 Ba                                            | 7,41 Ba                        | 5,26 Ca  | 4,7 Ba                         |
| 500                                              | 7,03 Bb                                            | 2,89 Aa                        | 4,23 BCb | 2,21 Aa                        |
| 750                                              | 4,23 Aa                                            | 4,38 Aa                        | 2,32 Aba | 3,00 ABa                       |
| 1000                                             | 4,12 Aa                                            | 3,13 Aa                        | 2,10 Aa  | 2,48 Aa                        |

Letra maiúscula iguais na coluna, não diferem ao nível de significância de 5 %; Letra minúscula iguais na linha, não diferem ao nível de significância de 5 %

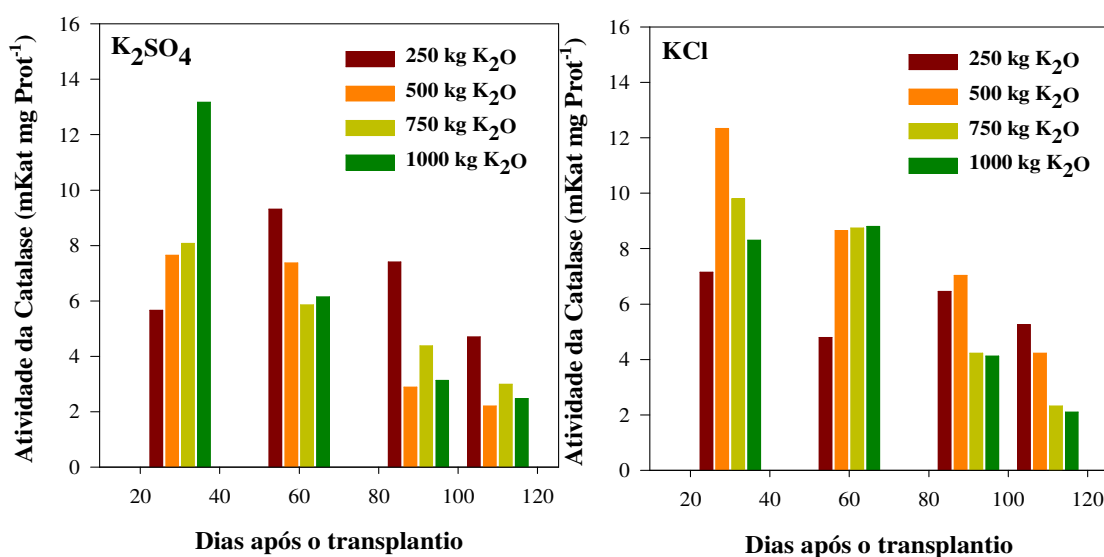


Figura 51. Atividade da catalase em função de doses, fontes de potássio e épocas de coletas.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nas observações experimentais, concluiu-se que:

O estresse mineral induzido por diferentes fontes potássicas, alterou padrões metabólicos, tais como atividade da SOD e catalase e a concentração de L- prolina em plantas de berinjela;

Os parâmetros metabólicos estudados podem ser adotados como indicadores de estresse mineral em berinjela;

O estresse mineral também afetou parâmetros biométricos e agronômicos, com destaque para o antagonismo de minerais observado em diferentes órgãos da planta (raiz, folha e fruto).

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERICO, G. J.; CRAMER, G. R. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? I. Preliminary screening of seven cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p. 2289-2303, 1993.

ALIAN, A.; ALTMAN, A.; HEUER, B. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. **Plant Science**, Limerick, v. 152, n. 1, p. 59-65, 2000.

ALLAKHVERDIEV, S.; SAKAMOTO, A.; NISHIYAMA, Y.; MURATA, N. Inactivation of photosystems I and II in response to osmotic stress in *Synechococcus*: contribution of waterchannels. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 122, p. 1201-1208, 2000.

ALSHER, R. G.; DONAHUE, J. L.; CRAMER, C. L. Reactive oxygen species and antioxidants: relationships in green cells. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 100, p. 224-233, 1997.

ANTUNES, C. L. **Fontes e modos de aplicação de potássio na alface americana (*Lactuca sativa* cv. lucy brown) em ambiente protegido**. 2005. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

ANTONINI, A. C. C. et al. Capacidade produtiva de cultivares de Berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 646-648, 2002.

ASHRAF, M.; O'LEARY, J. W. Responses of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium ratios in saline sand culture. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, n. 2/3, p. 361-377, 1997.

ASHER, C. J.; EDWARDS, D. G. Critical external concentration for nutrient deficiency and excess. In: \_\_\_\_\_. **Plant analysis fertilizer problems**. 8th ed. Auckland, 1978. p. 13-28, 1978.

ARMELIN, W. Current situation and prospects for potash use in Brasil. Manah. Disponível em: <<http://www.fertilizer.org>>. Acesso em: 26 out. 2003.

ASADA, K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 601-639, 1999.

AZEVEDO NETO, A. D. **Estudo do crescimento e distribuição de nutrientes em plântulas de milho submetidas ao estresse salino**. 1997. 134 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1997.

AZEVEDO NETO, A. D.; BARRETO, L. P.; BEZERRA NETO, E. Efeito da salinidade sobre os teores de macronutrientes em duas cultivares de sorgo cultivadas em solução nutritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa: SBCS, 1995. v. 3, p. 1345-1347.

AZEVEDO NETO, A. D. et al. Effects salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas. v. 16, n. 1, p. 31-38, 2004.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 29).

BANZATO, D. A; KRONKA, S. N.; **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.

BATES, L. S.; WALDERN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, The Hague, v. 39, p. 205-07, 1973.

BECKER, M.; MEURER, E. J. Morfologia de raízes, suprimento e influxo de potássio em plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, DF, v.10, p. 259-263, 1986.

BECHER, T. W.; FOCK, H. P. The actividade of de nitrate redutase and poll sizes of some amino acids and some sugars in water stressed maize leaves. **Photosynthesis Research**, Netherlands, v. 8, p. 267-274, 1986.

BENNET, W. F. **Nutrient deficiencies e toxicities in crop plants**. St. Paul: APS, 1994. 202 p.

BERNARDI, J. B. **Instruções para a cultura da berinjela**. Campinas: IAC, 1986. 20 p. (Boletim 181).

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, E. Effects of frequency of sprinkling with saline waters comparedted with daily drip irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 67, p. 185-190, 1975.

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E.; CLARK, R. A.; Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, p. 412-421, 1974.

BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 13, p. 295-312, 1975.

BERINGER, H. Potassium requirements of tropical crops and physiological functions of potassium. In: PUSPHRARJAH, E.; JAMID, S. H. A., ed. **Phosphorus and potassium in the tropics**. Kuala Lumpur: Malaysian Society of Soil Science, 1961. p. 271-283.

BETHKE, P. C.; DREW, M. C. Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiology**, Rockville, v. 99, n. 1, p. 219-226, 1992.

BEHBOUDIAN, M.H. Responses of eggplant to drought: I. plant water balance. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 7, n. 4, p. 303 -310, 1977.

BHADURI, P. N. Inter-relationship of non-tuberiferous species of *Solanum* with some consideration on the origin of brinjal. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, West Bengal, v. 2, p. 75-86, 1951.

BLANCO, F. F. **Tolerância no tomateiro á salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. 2004. 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

\_\_\_\_\_. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. 1999. 92 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 26-33, 2008.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRANDÃO FILHO, J. S. T. **Enxertia em híbridos de berinjela (*Solanum melongena*), sob cultivo protegido**. 2001. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

BRESSAN, R. A. et al. Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl. In: KATTERMAN, F. **Environmental injury to plants**. San Diego: Academic Press, 1990. chap. 7, p. 137-171.

BROETTO, F.; LUTTGE, U.; RATAJCZAK, R. Influence of light intensity and salt treatment on mode of photosynthesis and enzymes of the antioxidative response system of *Mesembryanthemum crystallinum*, functional. **Plant Biology**, Victoria, v. 29, p. 13-23, 2002.

BURIOL, G. A. et al. Modificação na temperatura mínima do ar por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 1, p. 43-49, 1993.

CACHORRO, P.; ORTIZ, A.; CERDÁ, A. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 205-212, 1994.

CARNEIRO JUNIOR, A. G. C. **Teor de nutrientes e produtividade em híbridos de tomateiro em função de doses de CO<sub>2</sub> aplicadas via água de irrigação**. 2004. 70 f. Tese (Doutor em Agronomia/Horticultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACOLLA, A. A. **Levantamento de Solos da Fazenda Lageado: Estação Experimental "Presidente Médici"**. Botucatu: UNESP, FCA, 1983. 95 p.

CASTELLANE, P. D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). I: efeitos dos nutrientes na qualidade dos frutos. In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (Eds.). **Seminários de olericultura**. Viçosa: UFV, 1982. v. 3, p. 113-157.

CASTILLO, F. Antioxidative protection in the inducible CAM plant *Sedum album* L. following the imposition of severe water stress and recovery. **Oecologia**, Paris, v. 107, p. 469-477, 1996.

CERMEÑO, Z. S. **Cultura de plantas hortícolas em estufa**. Lisboa: Litexa-Portugal, 1977. 368 p.

CHEN, C.; KAO, C. H. Osmotic stress and water stress have opposite effects on putrescine and proline production in excised rice leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 13, p. 197-202, 1993.

CHOUDHURY, B. Eggplants. In: SIMMONDS, N. W. **Evolution of crop plants**. Londo: Longman, 1976. p. 278-279.

CHOW, W. S.; BALL, M. C.; ANDERSON, J. M. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: implications of K<sup>+</sup> nutrition for salt tolerance. **Australian Journal of Plant Physiology**, Sydney, v. 17, n. 5, p. 563-578, 1990.

CONTI, M. E. **Dinâmica de la liberación y fijación de potasio en el suelo**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Disponível em: <<http://www.ppi.org>>. Acesso em: 17 jul. 2002.

CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 21, p. 675-692, 1994.

CRAMER, G. R.; LÄUCHLI, A.; POLITO, V. S. Displacement of Ca<sup>2+</sup> by Na<sup>+</sup> from the Plasmalemma of root cells. **Plant Physiology**, Rockville, v. 79, n. 1, p. 207-211, 1985.

CRAMER, G. R.; LAUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Influx of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> into roots of salt-stressed cotton seedlings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 83, p. 510-516, 1987.

CRUCIANI, D. E. **A drenagem na agricultura**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1987. p. 337.

CUARTERO, J.; MUÑOZ, R. F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n. 1-4, p. 83-125, 1999.

CUNHA, A.R., KLOSOWSKI, E.S., GALVANI, E., ESCOBEDO, J.F., MARTINS, D. Classificação climática para o município de Botucatu, SP, segundo Köppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, FCA, 1999. p. 487-91.

CHURATA-MASCA, M. G. C. et al. Resposta de híbridos de tomate industrial a diferentes níveis de potássio aplicado em fertirrigação (compact disc). **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, 2001.

DAVENPORT, R. J.; REID, R. J.; SMITH, F. A. Sodium calcium interactions in two wheat species differing in salinity tolerance. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 99, n. 2, p. 323-327, 1997.

DEMIRAL, M. A. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 29, n. 4, p. 267-274, 2005.

DUBEY, R.S.; SHARMA, K.N. Behavior of phosphatases en germinating rice in relation to salt tolerance. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 28, p. 17-26, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. p. 212.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro, EDUSP; Livros técnicos e científicos, 1975. 314 p.

ESSA, T. A. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 188, n. 2, p. 86-93, 2002.

FAO. **Yearbook annuary production**. Rome, 1993. v. 47, 254 p.

FARIAS JUNIOR, B. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 1, p. 51-62, 1993.

\_\_\_\_\_. Efeito da coebertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 1, p. 51-62, 1993.

FARIAS JUNIOR, B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 2, p. 17-22, 1994.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1994. 227 p.

FEIERABEND, J.; ENGEL S. Photoinactivation of catalase *in vitro* and in leaves. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. v. 251, p. 630-638, 1986.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; FERREYRA-HERNANDEZ, F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

FERNANDES, A. R. et al. Efeito de diferentes fontes de sais sódicos sobre a eficiência de utilização, translocação e absorção de K, Ca, Mg e Na em mudas de moringa (*Moringa oleifera*). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NO SEMI-ÁRIDO, 12., 1998, Fortaleza. **Resumos expandidos...** Fortaleza: UFC; DCS, 1998a. p.10.

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

FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; YEO, A. R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 89-121, 1977.

FOSTER J. G.; EDWARDS G. E. Localization of superoxide dismutase in leaves of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants. **Plant Cell Physiology**, v. 21, p. 895-906, 1980.

FREIRE, F. M.; MONNERAT, P. H.; MARTINS FILHO, C. A. S. Nutrição mineral e adubação do tomateiro. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 66, p. 13-20, 1980.

GARCÍA-PLAZAOLA, J. I.; BECERRIL, J. M. A rapid HPLC method to measure lipophilic antioxidants in stressed plants: simultaneous determination of carotenoids and tocopherols. **Phytochemistry Analytical**, v. 10, p. 307-313, 1999.

GERBLING, S. R. et al. Partial purification and properties of soluble ascorbate peroxidase from pea leaves. **Journal of Plant Physiology**, v. 115, p. 59-67, 1984.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K.; Superóxido dismutases. I: occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v. 59, p. 309-314, 1977.

GORHAM, J. Sodium content of agricultural crops. In: PHILLIPS, C. J. C.; CHIY, P. C. (ed.). **Sodium in agriculture, canterbury**: chalcombe. 1995. cap. 2, p. 17-32.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n. 1, p. 127-157, 1999.

GRATTAN, S. R. et al. Interactive effects of salinity and boron on the performace and water use of eucalyptus. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION OF

HORTICULTURAL CROPS, 2., 1995. **Proceedings...** In: **Acta Horticulturae**, v. 449, p. 607-613, 1996.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Mineral nutrient acquisition and response by plants grow in saline environments. In: PESSARAKI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop stress**. New York: Marcel Dekker, 1994. p. 203-226.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palto Alto, v. 31, p. 149-190, 1980.

GRESSEL, J.; GALUN, E. Genetic controls of photooxidant tolerance. In: C. H. FOYER; MULLINEAUX, P. M. (Eds). **Causes of photooxidative stress and amelioration of defense systems in plants**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 237-273.

HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 631 p.

HANAN, J. J.; HOLLEY, W. D.; GOLDSBERRY, K. L. **Greenhouse management**. Berlim: Springer-Verlag, 1978. 530 p.

HARDER, W. C.; ALMEIDA, G. V. B.; PAHOR, M. M. Proposta de padronização e classificação para berinjela. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. In: **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 1, 1998.

HERTWIG, B.; STREB, P.; FEIERABEND J. Light dependence of catalase synthesis and degradation in leaves and the influence of interfering stress conditions. **Plant Physiology**, v. 100, p. 1547-1553, 1992.

HOCHMUTH, G. J. et al. Pepper response to fertilization with soluble and controlled release potassium fertilizers. Proc.Fla. **State of Horticulture Society**, Winter Haven, v. 107, p. 132-139, 1994.

HO, L. C.; ADAMS, P. Regulation of the partitioning of dry mater and calcium in cucumber in relation to fruit growth and salinity. **Annals of Botany**, London, v. 73, n. 5, p. 539-545, 1994.

HU, Y.; OERTLI, J. J.; SCHMIDHALTER, U. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. I. Growth. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, n. 9, p. 1155-1167, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, 1985. 399 p.

IKUTA, H. **Vigor de híbrido na geração F1 em berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Piracicaba: USP, ESALQ, 1961. 41 p.

IKUTA, H. Melhoramento e genética da berinjela. In: KERR, W. E. **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969. cap. 9, p. 161-168.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1966. 485 p.

JESCHKE, W. D.; ASLAM, Z.; GREENWAY, H. Effects of NaCl on ion relations and carbohydrate status of roots and on osmotic regulation of roots and shoots of *Atriplex amnicola*. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 9, n. 7, p. 559-569, 1986.

KALIR, A.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; Changes in activity of malate dehydrogenase, catalase, peroxidase and superoxido dismutase in leaves of *Halimione portulacoides* L. aellen exposed to high sodium chloride concentrations. **Annals of Botany**. v. 47, p.75-85, 1981.

KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 75, p. 75-85, 1983.

KERBAUY, G. B.; SODEK, L. **Fisiologia vegetal: metabolismo do nitrogênio**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. v. 1, p. 109.

LACERDA, C. F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. 2000. 163 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3rd ed. Stuttgart: Springer, 1995. 506 p.

LEE, D. W.; BREMMEIER, S.; SMITH, A. P. The selective advantage of anthocyanins in developing leaves of mango and cacao. **Biotropica**, v. 19, p. 40-49, 1987.

LEGGH, R. A.; AHMAD, N.; JONES, R. G. W. Assessment of glicine betaine and proline comportmentation, by analisis of isolated beet vacuoles. **Physiologia Plantarum**, v. 153, p. 34-41, 1981.

LEONARO, M. **Estresse salino induzido em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) fertirrigadas e seus efeitos sobre a produtividade e parâmetros bioquímicos**. 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses: water , radiation, salt and other stresses. **Academic Press**, New York, v. 2, p. 25-211, 1980.

LIMA, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p. 113-136.

LIMA, M. D. S. et al. Efeito do estress salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Braganthia**, v. 63, p. 335-340, 2004.

LOPES, A. S; GUILHERME, L. R. G. Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos. 2. ed. rev.e atual. São Paulo: ANDA, 1992. 64 p. (Boletim técnico, 4).

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 103, n. IR2, p. 115-134, 1977.

MAGALHÃES, A. A.; MILLE, A. A.; CHOUDHURY, E. N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. **IICA**, Turrialba, v. 29, n. 4, p. 269-73, 1979.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta**. Piracicaba: Institutos da Potassa, 1982. 61 p.  
MALUF, W. R. **Apostila melhoramento genético da berinjela**. Lavras: UFLA, 1994. Sem paginação. Apostila de aulas da disciplina DAG 509.

MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A.; AL-MUTANA, M. M. Transport protein and salt tolerance in plants. **Plant Science**, Limerik, v. 146, n. 6, p. 891-900, 2003.

MARBUT, C. F. **Atlas of american agriculture**. Washington, DC: Soil of United States, Government Prenting Office, 1935. part 3.

MARTINEZ, V.; CERDA, A. Nitrateredutase activity in tomato and cucumber leaves as influenced by NaCl and N source. **Jornal of Plant Nutrition**. New York, 12, p. 1335-1350, 1989.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1997.

MARSCHNER, H. M. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MEDEIROS, J. F. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. 1998. 152 p. Tese. (Doutorado)—Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MEDEIROS, J. F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997.

MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINO, M. O. C. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba: USP, ESALQ, 1960.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Berna: International Potash Institute, 1978.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Berna: International Potash Institute, 1980. chap. 10.

MENGEL, K. A consideration of factors which affect potassium requirements of various crops. In: **IPI. Potassium research**. Review and trends. Bern. p. 225-237, 1978.

MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G. Efeito do NaCl e do SiO<sub>2</sub> sobre o crescimento e a nutrição mineral de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE NO SEMI-ÁRIDO, 12., 1998, Fortaleza. **Resumos expandidos...** Fortaleza: UFC/DCS, 1998. p. 132.

MISZALSKI Z. et al. Subcellular localization and stress response of superoxide dismutase isoforms from leaves in the C<sub>3</sub>-CAM intermediate halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* L.. **Plant, Cell and Environment**, v. 21, p. 169-179, 1998.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 9, p. 405-410, 2002.

MOLLINEDO, V. A. Factores de manejo que afectan la fertilización en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). **Avances en Horticulture**, v. 2, n. 1, p. 15-24, 1997.

NIEMIADOMSKA. E., MISZALSKI Z., SLESIAK I., RATAJCZAK R.; Catalase activity during C<sub>3</sub>-CAM transition in *Mesembryanthemum crystallinum* L. leaves. **Free Radical Research**, v. 31, p. 251-256, 1999.

NAVARRO, J. M.; GARRIDO, C.; MARTÍNEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulation**, v. 41, n. 3, p. 237-245, 2003.

NIU, X. et al. Ion Homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiology**, Rockville, v. 109, n. 3, p. 735-742, 1995.

NYE, P. H. Localized movement of potassium ions in soil. In: **IPI. Potassium in soil**. Bern, 1972. p. 147-155.

ODLAND, M. L.; NOLL, C. J. Hybrid vigor and combining ability in eggplants. **Proceedings American Society Horticulture Science**, v. 51, p. 417-422, 1948.

OLIVEIRA, L. A. M. Potássio. DNPM-SE. Disponível em:

<[http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2007/potassio\\_SM2007.doc](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2007/potassio_SM2007.doc)>. Acesso em: 2007.

OLIVEIRA, G. D. et al. Nutrição mineral de hortaliças. XVI Extração de micronutrientes por algumas hortaliças. **O Solo**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 11-14, 1970.

PAL, B.P.; RAMANUJAM, S. 1944. Plant breeding and genetics at the Imperial Agricultural Research Institute. **Indian Journal Genetic Plant Breeding**, v. 4, p. 43-53, 1944.

PAL, B. P.; SINGH, H. Studies in hybrid vigour. **Indian Journal Genetic Plant Breeding**, v. 16, p. 19-26, 1946.

PARICHA, P. C.; PATRA, G. J.; SAHOO, P. Effect of synthetic sea water on growth and chemical composition of rice at different stages of development. **Jornal of Indian Society of Soil Science**, New Delli, v. 23, p. 344-48, 1975.

PAPADOPOULOS, A. P. **Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media**. Ottawa: Agriculture Canada Publication, 1991. 79 p.

PEIXOTO, P. H. P. et al. Aluminum effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 11, n. 3, p. 137-43, 1999.

PERSAUD, N. et al. Influence of fertilizer rate and placement and irrigation method on plant nutrient status, soil soluble salt and root distribution of mulched tomatoes. **Soil Crop Science Society Fla Proceedings**, Bradenton, v. 36, n. 1, p. 121-125, 1977.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. Bern: International Potash Institute, 1977. 218 p.

PESSARAKLI, M.; HUBER, J. T.; TUCKER, T. C. Protein synthesis in green beans under salt stress with nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 12, 1361-1377, 1989.

PEZZOPANE, J. E. M. **O uso de estufas com cobertura plástica e de quebra ventos na produção de porta-enxertos de seringueira, na região de Campinas, SP.** 1994. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1994.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Radiação líquida e temperatura de folha no interior de estufa com cobertura plástica, durante o período noturno. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v. 3, p. 1-4, 1995.

**POTAFOS.** Nutrifatos: informação agronômica sobre nutrientes para as culturas. Arquivo agrônomo, n.10. Disponível em: <<http://www.ppi-ppic.org>>. Acesso em: 21 abr. 2002.

PULZ, A. L. **Estresse hídrico e adubação silicatada em batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Bintje.** 2007. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

RAIJ, B. Van et al (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n. 100, 1996. 285 p. 2 ed.

RAIJ, B. Van .; QUAGGIO, A. J. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Boletim técnico, 81).

RAIJ, B. Van et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade.** Campinas: Fundação Cargil, 1987.

RENGEL, Z. Role of calcium in salt toxicity. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 15, n. 6, p. 625-632, 1992.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 1189-1202, 2004.

RIBEIRO, C. S; BRUENO, S.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). **Circular Técnica da Embrapa Hortaliças**, Brasília, DF, v. 15, 1983.

RODRIGUES, D. S. **Lâminas de água e diferentes tipos de cobertura do solo na cultura do pimentão amarelo sob ambiente protegido**. 2001. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ROSENBERG, N. J.; McKENNEY, M. S.; MARIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed word: a review and simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 47, p. 303-302, 1989.

SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n. 1-4, p. 5-38, 1998.

SAKAMOTO, A. et al. Structure and differential response to abscisic acid of two promoters for the cytosolic copper/zincsuperoxide dismutase genes, SodCel and SodCe2, in rice protoplasts. **FEBS Letters**, v. 358, p. 62-66, 1995.

SALIN, M. L.; BRIDGES, S. M. Isolation and characterization of an iron-containing superoxide dismutase from a eucaryote, *Brassica campestris*. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 201, p. 369-373, 1980.

SANTOS, H. S. **Enxertia em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) No controle da murcha de fitóftora (*Phytophthora capsici*) em ambiente protegido**. 2001. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SANTOS, S. H. **Desempenho agrônômico e marcha de absorção de Nutrientes em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) Enxertadas em porta-enxertos resistentes a Patógenos de solo**. 2005. 105 f. Tese (Doutor em Agronomia/Horticultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SANTOS, R. V. dos.; MURUOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB, SEAB, 1997. p. 289-315.

SARVAS, D.; LENZ, F. Effects of NaCl concentration in the nutrient solutions on mineral composition of eggplants growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. **Scientia Horticulturae**, v. 84, n. 1-2, p. 37-47, 2000.

SAXENA, G. K.; LOCASCIO, S. J.; LUCAS, J. B. Effect of N, P and K rates on response of cabbage and tomato grown on a coasted clay soil of Guyana. **Tropical Agriculture**, v. 52, n. 2, p. 149-156, 1975.

SAWAZAKI, H. E.; TEIXEIRA, J. P. F. Estresse de água no crescimento, produtividade e acúmulo de prolina em faijão. **Bragantia**, v. 63, p. 157-166, 1981.

SCHACHTMAN, D. P.; SCHROEDER, J. I. Structure and transport mechanism of a high-affinity potassium uptake transport from higher plants. **Nature**, v. 370, n. 64901, p. 355-658, 1994.

SILVA, M. A. G. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. 1998. 86 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, M. A. G. et al.,. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1199-1207, 1999.

SING, T. N. et al. Changes in proline concentration in excised plant tissues. **Australian Journal of Biological Science**, v. 26, p. 57-63, 1973.

SOUZA, S. V. et al. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 123-128, 2005.

SILVA, M. A. G. et al. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1199-1207, 1999.

SILVA, F. A. M. et al. **Efeito de NaCl no crescimento da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)**. Lavras: Cerne, 2000.

SOUSA, J. A.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de polinização aberta e híbridos F<sub>1</sub> de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, p. 334-342, 1997.

SOUSA, J. A. **Avaliação da heterose em híbridos de berinjela** (*Solanum melongena* L.). Lavras: ESAL, 1946. 81 p.

SWEBY, D. L.; HUCKETT, B. I.; WALT, M. P. Effects of nitrogen nutrition on salt-stressed *Nicotiana tabacum* v. Samsun *in vitro* plantlets. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 45, n. 276, p.995-1008, 1994.

SMIRNOFF, N. Plant resistance to environmental stress. **Current Opinion of Biotechnology**, v. 9, p. 214-219, 1998.

SMITH, F. W. Interpretation of plant analysis. In: REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant analysis**. Melbourne: Inkata Press, 1986. p. 1-12.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin-Cummings, 1991.

TANJI, K. K. **Agricultural salinity management**. ASCE manuals and reports on engineering practice, 1994.

TONIN, F.B. **Atividade de enzimas antioxidantes e absorção de silico em plantas de pimentão submetidas a estresse salino**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

TORELLO, W. A.; RICE, L. A. Effect of NaCl stress on proline and cation accumulation in salt sensitive and tolerant turfgrasses. **Plant and Soil**, The Hague, v. 93, p. 241-27, 1986.

ULLAH, S. M.; SOJA, G.; GERZABEK, M. H. Ion uptake, osmoregulation and plant-water relations in faba beans (*Vicia faba* L.) under salt stress. **Die Bodenkultur**, Viena, v. 44, p. 291-301, 1993.

USHERWOOD, N. R. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. et al. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 227-247.

VAVILOV, N. I. Geographical centres of our cultivated plants. Proceed. V. **International Congress Genetic**, New York, p. 342- 369, 1928.

VIEIRA, A. R. R. **Influência hídrica do solo nos parâmetros vegetativos e produtivos da berinjela (*Solanum melongena* L.)**. 1994. 134 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T.; FERNANDES, D. M. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus flores e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap. 4, p. 293-334.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. Efeitos de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação da cultura do pimentão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTALIÇA, 2000.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. Tese (Livre-docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

WASEL, Y.; ESHEL, A. Multiform behavior of various constituents of one root system In: WASEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plant roots: the hidden half**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 39-52.

WEINBERG, R.; LERNER, H. R.; POLJAKOFF-MAYBER. Changes in growth and watersolute concentrations in *Sorghum bicolor* stressed with Na and K salts. **Physiology Plantarum**, Kobenhavn, v. 62, p. 472-80, 1984.

WIGNARAJAH, K.; JENNINGS, D. H.; HANDLEY, J. F. The effect of salinity on growth of *Phaseolus vulgaris* L. II. Effect on internal solute concentration. **Annals of Botany**, Oxford, v. 39, p. 1039-55, 1975.

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n.7, p. 1439-1451, 1998.

YAMADA, T. **Potássio**: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica. Uberlândia: UFU, 1995.

ZEHLER, E.; KREIPE, H.; GETHING, P. A. **Sulfato de potássio e cloreto de potássio**: sua influência na produção e qualidade das plantas cultivadas. Campinas: Fundação CARGILL, 1986. 111 p.

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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