UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO AGRICULTURA TROPICAL

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E DE PRODUÇÃO DE BERINJELA COM USO DE MATÉRIA ORGÂNICA E TERMOFOSFATO MAGNESIANO

Marinice Oliveira Cardoso

Areia-PB

Julho-2005

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E DE PRODUÇÃO DE BERINJELA COM USO DE MATÉRIA ORGÂNICA E TERMOFOSFATO MAGNESIANO

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E DE PRODUÇÃO DE BERINJELA COM USO DE MATÉRIA ORGÂNICA E TERMOFOSFATO MAGNESIANO

Tese apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração Agricultura Tropical.

Comitê de orientação

Ademar Pereira de Oliveira - Orientador

Walter Esfraim Pereira

Adailson Pereira de Souza

C268u Cardoso, Marinice Oliveira.

Índices fisiológicos e de produção de berinjela com uso de matéria orgânica e termofosfato magnesiano./ Marinice Oliveira Cardoso. – Areia, PB: CCA/UFPB, 2005.

187 p.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Área de Concentração: Agricultura Tropical.

Orientador: Ademar Pereira de Oliveira.

1. Berinjela (*Solanum melongena*). 2. Berinjela - cultivo e adubação. 3. Esterco bovino. 4. Termofosfato. 5. Urina de vaca. I. Oliveira, Ademar Pereira de (Orientador). II. Título.

CDU: 635.64:631.85/.86(043.2)

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E DE PRODUÇÃO DE BERINJELA COM USO DE MATÉRIA ORGÂNICA E TERMOFOSFATO MAGNESIANO

MARINICE OLIVEIRA CARDOSO

Aprovada em: 08 / 07 / 2005.

Banca Examinadora

_____

Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira
Orientador – CCA/UFPB

_____

Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
Examinador - UFCG

_____

Prof. Dr. Paulo Alves Wanderley
Examinador – CFT/UFPB

_____

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante
Examinador – CCA/UFPB

A Deus, pelas graças concedidas na minha existência.

A meus pais e avós, ***in memorian***

AGRADEÇO

À minha querida família, impulsionadora dos meus êxitos e razão do meu viver

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba e à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso.

À Embrapa Amazônia Ocidental pela concessão de oportunidade e apoio para a realização da pós-graduação em nível de Doutorado.

Aos Professores Ademar Pereira de Oliveira, Walter Esfrain Pereira e Adailson Pereira de Souza pela orientação, confiança e amizade.

A todos os Professores do Centro de Ciências Agrárias pelos conhecimentos compartilhados, especialmente aos que contribuíram com sugestões e aconselhamentos para este trabalho.

Aos funcionários do Setor de Olericultura pela valiosa ajuda nas atividades de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas pelo auxílio na execução das análises.

Aos funcionários da Biblioteca pela gentileza e competente atendimento profissional.

Aos colegas da Pós-Graduação pela agradável convivência, especialmente aos que me apoiaram e oportunizaram o prazer de uma amizade recíproca.

A todos que me ajudaram incondicionalmente nesta etapa acadêmica com o meu sincero reconhecimento e gratidão.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS ..... **x**
LISTA DE TABELAS ..... **xiv**

RESUMO GERAL 1
GENERAL ABSTRACT **3**
1. INTRODUÇÃO GERAL **5**
2. MATERIAL E MÉTODOS GERAL **9**
2.1. Instalação dos experimentos 9
2.2. Delineamento experimental, tratamentos e fertilizantes 11
2.3. Produção de mudas e condução 13
2.4. Variáveis estudadas 16
2.5. Análises estatísticas 18
3. REVISÃO DE LITERATURA **19**
3.1. Exigências edáficas e nutricionais da berinjela 19
3.2. Adubação orgânica e uso de urina de vaca 20
3.3. Fósforo no solo e na planta 24
3.4. Fontes minerais de fósforo de baixa solubilidade 26
4. CAPÍTULOS **28**

CAPÍTULO 1– CRESCIMENTO DE PLANTAS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ESTERCO BOVINO E DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO 28
RESUMO 28
ABSTRACT 30
1. INTRODUÇÃO 32
2. MATERIAL E MÉTODOS 34
2.1. Instalação e condução do experimento 34
2.2. Variáveis estudadas 35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 38
3.1. Área foliar, massa de matéria seca de folhas e área foliar específica 38
3.2. Massa de matéria seca da parte aérea, massa de matéria seca de raízes e massa de matéria seca total 41
3.3. Razão de área foliar e relação raiz parte aérea 45

3.4. Taxa de crescimento relativo em altura caulinar e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar 48
3.5. Efeito dos tratamentos adicionais para as características de crescimento..... 51
3.6. Análise de componentes principais 53
3.7. Correlações canônicas entre características do crescimento com características do substrato..... 56
4. CONCLUSÕES 58

CAPÍTULO 2 - ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ESTERCO BOVINO E DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO 59
RESUMO..... 59

ABSTRACT 61
1. INTRODUÇÃO 63
2. MATERIAL E MÉTODOS 66
2.1. Instalação e condução do experimento 66
2.2. Variáveis estudadas 67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 69
3.1. Teores de macronutrientes na folha 69
3.2. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de macronutrientes na folha.. 79
3.3. Correlações canônicas entre teores de macronutrientes na folha com as características químicas do substrato 81
3.4. Teores de micronutrientes na folha e conteúdos na folha-diagnóstico..... 83
3.5. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de micronutrientes e sódio na folha 95
3.6. Efeito dos tratamentos adicionais para os conteúdos de micronutrientes e sódio na folha-diagnóstico 97
3.7. Correlações canônicas entre os conteúdos de micronutrientes na folha-diagnóstico com algumas características do substrato 99
4. CONCLUSÕES 102

CAPÍTULO 3 - RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ESTERCO BOVINO E DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO 103
RESUMO 103
ABSTRACT 105
1. INTRODUÇÃO 107
2. MATERIAL E MÉTODOS 110
2.1. Instalação e condução do experimento 110
2.2. Variáveis estudadas 111
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 113
3.1. Altura de planta e diâmetro do caule 113
3.2. Número e produção de frutos por planta, peso médio de fruto e produtividade 115
3.3. Comprimento, diâmetro e formato do fruto 120
3.4. Efeito dos tratamentos adicionais para as características agronômicas 123
3.5. Teores de macronutrientes na folha 124
3.6. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de macronutrientes na folha 130
3.7. Análise de componentes principais para os teores de macronutrientes na folha 132
3.8. Teores de macronutrientes no fruto 133
3.9. Teor de nitrato no fruto 141
3.10. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de macronutrientes e de nitrato no fruto 143
3.11. Análise de componentes principais para os teores de macronutrientes no fruto 145
3.12. Correlações canônicas entre características agronômicas da planta com características químicas do solo 146
4. CONCLUSÕES 151

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFCIAS 153
APÊNDICE 179

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Área foliar (AF) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 39

Figura 2. Massa de matéria seca de folhas (MMSF) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 40

Figura 3. Área foliar específica (AFE) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 41

Figura 4. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 43

Figura 5. Massa de matéria seca de raizes (MMSR) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 44

Figura 6. Massa de matéria seca total (MMST) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 45

Figura 7. Razão de área foliar (RAF) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 46

Figura 8. Relação raiz parte aérea (RRPA) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 48

Figura 9. Taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC) da berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 50

Figura 10. Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 50

Figura 11. Componente principal 1 (CP1), relativo às características de crescimento em berinjela, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 55

Figura 12. Componente principal 2 (CP2), relativo a competição entre o sistema radicular e parte aérea de berinjela, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 56

CAPÍTULO 2

Figura 1. Teor de nitrogênio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 70
Figura 2. Teor de fósforo na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 72
Figura 3. Teor de potássio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 74
Figura 4. Teor de cálcio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 75
Figura 5. Teor de magnésio na folha de berinjela em função de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 77
Figura 6. Teor de enxofre na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 79
Figura 7a. Teor de boro na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 85
Figura 7b. Conteúdo de boro na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. . 85
Figura 8a. Teor de zinco na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 87
Figura 8b. Conteúdo de zinco na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. . 87
Figura 9a. Teor de ferro na folha de berinjela em função de doses de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 89
Figura 9b. Conteúdo de ferro na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. . 89
Figura 10a. Teor de cobre na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 91
Figura 10b. Conteúdo de cobre na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 91
Figura 11a. Teor de manganês na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 93
Figura 11b. Conteúdo de manganês na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 93

Figura 12a. Teor de sódio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 94
Figura 12b. Conteúdo de sódio na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 95

CAPÍTULO 3

Figura 1. Altura de planta de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 114
Figura 2. Diâmetro de caule de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 114
Figura 3. Número de frutos por planta de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 116
Figura 4. Produção por planta de frutos de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 118
Figura 5. Peso médio de fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 119
Figura 6. Produtividade de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 120
Figura 7. Comprimento de fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 121
Figura 8. Diâmetro de fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 122
Figura 9. Índice de formato do fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 122
Figura 10. Teor de potássio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 127
Figura 11. Teor de cálcio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 128
Figura 12. Teor de magnésio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 129
Figura 13. Teor de enxofre na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005. 130

Figura 14. Teor de nitrogênio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 138
Figura 15. Teor de fósforo no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 139
Figura 16. Teor de potássio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 139
Figura 17. Teor de cálcio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 140
Figura 18. Teor de magnésio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 140
Figura 19. Teor de enxofre no fruto de berinjela em função de doses de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 141
Figura 20. Teor de nitrato no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 142

LISTA DE TABELAS

MATERIAL E MÉTODOS GERAL

Tabela 1. Características climáticas do período de condução dos experimentos. Areia, UFPB, 2005. 9

Tabela 2. Atributos químicos de amostra composta do solo, coletada a 20 cm de profundidade, na área experimental em campo[1]. Areia, UFPB, 2005..... 10

Tabela 3. Atributos físicos de amostra composta do solo, coletada a 20 cm de profundidade, na área experimental em campo[1]. Areia, UFPB, 2005..... 10

Tabela 4. Níveis e doses de esterco bovino (EB) e de termofosfato magnesiano (TM) empregados nos tratamentos/combinações do experimento em condições de campo, conforme a matriz "composto central de Box"..... 12

Tabela 5. Níveis e doses de esterco bovino (EB) e termofosfato magnesiano (TM) empregados nos tratamentos/combinações do experimento em condições de abrigo telado, conforme a matriz "composto central de Box"..... 12

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Médias dos tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para as características relacionadas com o crescimento em berinjela. Areia, UFPB, 2005. 52

Tabela 2. Autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2), da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa de matéria seca de raízes (MMSR), área foliar (AF), relação raiz parte aérea (RRPA), taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC) e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) da berinjela. Areia, UFPB, 2005. 55

Tabela 3. Correlações canônicas entre características do crescimento em berinjela com características químicas do substrato. Areia, UFPB, 2005. 57

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM se UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV relativas ao teor foliar de macronutrientes em berinjela. Areia, UFPB, 2005. 81

Tabela 2. Correlações canônicas e pares canônicos entre teores de macronutrientes na folha de berinjela com as características químicas do substrato. Areia, UFPB, 2005. 83

Tabela 3. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV relativas ao teor foliar de micronutrientes e sódio em berinjela. Areia, UFPB, 2005. 96

Tabela 4. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para os conteúdos de micronutrientes e sódio na folha de berinjela. Areia, UFPB, 2005..... 98

Tabela 5. Correlações canônicas e pares canônicos entre conteúdos de micronutrientes na folha-diagnóstico de berinjela com características químicas do substrato. Areia, UFPB, 2005..... 100

Tabela 6. Equações de regressão relativas ao pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, do substrato, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 101

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para algumas características agronômicas de berinjela. Areia, UFPB, 2005. 124

Tabela 2. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para os teores foliares de macronutrientes em berinjela. Areia, UFPB, 2005. 131

Tabela 3. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos teores de macronutrientes na folha de berinjela. Areia, UFPB, 2005. 133

Tabela 4. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para os teores de macronutrientes e de nitrato no fruto de berinjela. Areia, UFPB, 2005. 144

Tabela 5. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos teores de macronutrientes no fruto de berinjela. Areia, UFPB, 2005. 146

Tabela 6. Correlações canônicas e pares canônicos entre características agronômicas de berinjela com características químicas do solo. Areia, UFPB, 2005. 149

Tabela 7. Equações de regressão relativas ao pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, do solo, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005. 150

RESUMO GERAL

Na Universidade Federal da Paraíba, em Areia, caracterizou-se o crescimento e o estado nutricional de plantas de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, em um experimento conduzido em abrigo telado, com plantio em vasos. As doses utilizadas nesse ensaio foram proporcionalmente iguais às utilizadas em outro experimento conduzido em campo, para estudar características agronômicas e de qualidade de frutos dessa olerícola em função de doses dos mesmos fertilizantes. Foram utilizadas, em campo, nove combinações de doses de esterco bovino (t ha^{-1}) e de termofosfato magnesiano (kg ha^{-1}), respectivamente (8,3-518,0; 8,3-3018,0; 48,3-518,0; 48,3-3018,0; 0,0-1768,0; 56,6-1768,0; 28,3-0,0; 28,3-3536,0; 28,3-1768,0), conforme a matriz composto central de Box. No abrigo e em campo, esses tratamentos receberam uma dose básica de sulfato de potássio e de urina de vaca. Foram adicionados dois tratamentos: termofosfato magnesiano sem urina de vaca e superfosfato triplo com uréia, com doses de P_2O_5 e esterco bovino idênticas da combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), usando a mesma dose anterior de sulfato de potássio. Em todos os casos, as doses usadas em campo foram adaptadas à capacidade do vaso (15 dm^3 de substrato). O delineamento foi blocos casualizados, com quatro e três repetições no abrigo telado e campo, respectivamente. A maioria das características do crescimento foi afetada, de forma mais acentuada, pelas doses de esterco bovino do que pelas doses de termofosfato magnesiano, o mesmo ocorrendo com o crescimento geral da planta, representado pelo Componente Principal 1. Os teores de N e S na folha variaram apenas com as doses de esterco bovino, enquanto os teores dos demais macronutrientes foram afetados pelas doses de ambos fertilizantes. No cômputo geral, o efeito isolado do esterco bovino foi mais eficaz na elevação dos teores foliares de micronutrientes do que o termofosfato magnesiano. Empregando correlações canônicas foram detectadas associações entre: maiores valores da massa de matéria seca de raízes e da parte aérea com maior disponibilidade de potássio e fósforo no solo; teores elevados de K e P na folha com teor alto de K no substrato, aliado com baixo pH, no caso do P; teores altos de S na folha com teor baixo de P no substrato e alto pH; elevado conteúdo de Mn na folha-diagnóstico com teor alto de K no substrato; e elevado conteúdo de B na folha-diagnóstico com teor baixo de K do substrato aliado com pH elevado. Em

campo, o diâmetro do caule e as características de produção variaram apenas com doses de esterco bovino, com a máxima produtividade estimada (34,3 t ha^{-1}) superando em 27% a média nacional (25 t ha^{-1}). A altura de planta e os atributos comerciais de comprimento e diâmetro de fruto foram afetados pelas doses dos dois insumos. Na folha, apenas os teores de N e P não tiveram variação em função das doses dos insumos. No fruto, os teores dos macronutrientes, em geral, foram mais influenciados pelas doses de esterco bovino, do que pelas doses de termofosfato magnesiano, exceto o S. As doses dos dois fertilizantes afetaram o teor de nitrato no fruto, ficando o seu teor máximo (783,8 mg kg^{-1}) abaixo do limite crítico (2000 mg kg^{-1}). Utilizando correlações canônicas foi verificado que maiores valores da altura de planta, peso de fruto e comprimento de fruto, foram associados com teores elevados de K e de Mg, e teor baixo de Ca, no solo, e que maior número de frutos por planta se relacionou com elevados pH e teor de Ca, e teor baixo de Mg, no solo. Os resultados do contraste termofosfato magnesiano com urina de vaca versus termofosfato magnesiano sem urina de vaca, em ambos experimentos, não permitem recomendar o uso da urina de vaca, havendo necessidade de mais estudos. Para o contraste termofosfato magnesiano com urina de vaca versus superfosfato triplo com uréia, as diferenças em favor do segundo foram mais marcantes para as características do crescimento, rendimento de frutos e teor de nitrato no fruto.

GENERAL ABSTRACT

At Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brazil, eggplant growth and nutritional status as a function of cattle manure and magnesium thermophosphate doses were characterized, in a greenhouse using vases. The doses utilized in this experiement were proportionally equals those used in other experiment carried at field, with objective to evaluate agronomic and fruit quality characteristics of eggplant as a function of same fertilizers doses. In field, were applied nine combinations of doses of cattle manure (t ha^{-1}) and magnesium thermophosphate (kg ha^{-1}), respectively (8.3-518.0; 8.3-3018.0; 48.3-518.0; 48.3-3018.0; 0.0-1768.0; 56.6-1768.0; 28.3-0.0; 28.3-3536.0; 28.3-1768.0), according to "Box central composite" matrix. In both experiments, in all treatments were applied potassium sulphate and cow urine. Two treatments were added: magnesium thermophosphate without cow urine and triple superphosphate plus urea, with P_2O_5 and cattle manure doses equal to combination 9 (magnesium thermophosphate plus cow urine), using same prior dose of potassium sulphate. In field and greenhouse trials were in randomized block design, with three and four replications, respectively. The most growth characteristics was affected, in form more prominent by cattle manure doses in comparison with magnesium thermophosphate, the same occurring for entire growth plant, represented by Principal Component 1. The leaf N and S contents varied only with doses of cattle manure, whereas for others macronutrients, contents were affected by both fertilizers doses. In total, the isolated effect of cattle manure doses was more effective for increasing to leaf micronutrients contents in comparison with magnesium thermophosphate. Using canonic correlations were detected associations between: highest values of dry matter yield of roots and dry matter yield of shoots with higher disponibility of K an P in the substrate; highest leaf K and P contents with higher K content in the substrate, allied with lower pH, in case of P; highest leaf S content with lower P content in the substrate and higher pH; highest Mn accumulation in leaf-diagnostic with higher K content in the substrate; and highest B accumulation in leaf-diagnostic with lower K content in the substrate, allied with higher pH. In field, stem diameter and characteristic of production varied

only with cattle manure doses, and maxima productivity estimated (34,3 t ha^{-1}) overcoming in 27% national average (25 t ha^{-1}). Plant height and commercial attributes (fruit length and diameter) were affected by both fertilizers doses. In leaf,

only N and P contents, did not varied as function of the fertilizers doses. In fruit, macronutrients contents, in general, were more influenced by cattle manure doses in comparison com magnesium thermophosphate doses, except S. Both fertilizers doses affected fruit nitrate content, with highest content (783,8 mg kg^{-1}) being lower that critical limit (2000 mg kg^{-1}). Using canonic correlations it was verified that: highest values of plant height, fruit weight and fruit length were associated with higher K and Mg contents and lower Ca content in the soil; highest fruit number per plant had relation with higher pH and Ca content allied with lower Mg content in the soil. The results of contrasting magnesium thermophosphate plus cow urine versus magnesium thermophosphate without cow urine, in both experiments did not permit recommend use of cow urine, being necessary more researchs. In relation o contrast of magnesium thermophosphate plus cow urine versus triple superphosphate plus urea, the favourable differences for second treatment were more notables regarding to growth characteristics, fruit yield and fruit nitrate.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção brasileira anual de hortaliças atinge cerca de 12,5 milhões de toneladas (Grangeiro e Cecílio Filho, 2004b), com projeções de franco crescimento a partir de 2005 (Vilela e Henz, 2000). Nesse contexto, destacam-se as hortaliças nutracêuticas, que vêm se consolidando no mercado dos fitoterápicos e deverão exercer expressiva contribuição para esse crescimento, isso porque o uso da fitoterapia no Brasil cresce a taxas de 10 a 15 % ao ano (Rodrigues et al, 2004), e o seu mercado mundial é da ordem de 20 a 40 bilhões de dólares ao ano (Perecin, 2001).

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma solanácea originária das regiões tropicais do Oriente, sendo cultivada há séculos por chineses e árabes (Antonini et al., 2002). O seu fruto é boa fonte de vitaminas e sais minerais (Ribeiro et al., 1998). Também lhe são atribuídas propriedades medicinais, como capacidade de diminuir o colesterol plasmático (Ribeiro Jorge et al., 1998), efeito hipoglicêmico (Ribeiro et al., 1998; Derivi et al., 2002), ação vaso dilatadora, efeito diurético e combate à aterosclerose (Meissen, 2004), entre outras. A sua capacidade de diminuir o nível de colesterol sanguíneo tem sido contestada (Praça et al., 2004; Baroni et al., 2004). Entretanto, nos estudos, para comprovar essa propriedade, não foi utilizado o mesmo material botânico, pois a espécie tem sido melhorada geneticamente e as cultivares melhoradas podem diferir de seus ancestrais, nessa propriedade, deixando dúvidas quanto a esses resultados. Assim, tem ocorrido aumento do consumo de seus frutos, “in natura” e na forma de cápsulas do extrato seco, motivado pela maior exigência por parte dos consumidores por produtos mais saudáveis e com propriedades medicinais. No Brasil, pelo menos dez diferentes

produtos, em cápsulas, são comercializados, sendo produzidos com matéria prima nacional. Essa espécie foi introduzida no Brasil pelos portugueses, no século XVI, sendo cultivada em maior escala nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (Filgueira, 2003). A área plantada no país é de aproximadamente 1500 ha (Antonini et al., 2002), com perspectiva de expansão em função do cenário favorável à cultura.

Em solos deficientes em fertilidade, o cultivo da berinjela exige fertilização orgânica e mineral (Filgueira, 2000), para atendimento de suas exigências nutricionais, que incluem macronutrientes e micronutrientes (Ribeiro et al., 1998). Quando o nível do nutriente no substrato é baixo, o sintoma de desnutrição aparece na ordem nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (Haag e Homa, 1968), sendo mais exigente em nitrogênio e fósforo para crescimento e frutificação, em relação aos demais nutrientes (Malavolta et al., 1974; Swiader e Morse, 1982). Porém, o potássio é também muito exigido, especialmente durante a frutificação, favorecendo a obtenção de frutos de melhor qualidade (Filgueira, 2003). Assim, as maiores produções são obtidas com farto suprimento dos macronutrientes primários, para os quais as recomendações são variáveis com as diferentes regiões do país (Malavolta, 1987; Ribeiro et al., 1998), na dependência dos padrões de fertilidade dos solos.

A utilização de fertilizantes, entretanto, é um dos fatores que pode alterar a composição química dos vegetais e, conseqüentemente, sua qualidade biológica (Zago et al., 1999). Com o uso de adubos orgânicos, assim como adubos naturais de baixa solubilidade, a absorção de nutrientes acontece lentamente, na medida das necessidades das plantas, enquanto os fertilizantes solúveis podem promover desequilíbrio na proporção dos nutrientes dos produtos agrícolas, inclusive de

substâncias danosas à saúde humana, como os nitratos (Bonilla, 1992). Teores elevados de nitrato foram encontrados em hortaliças, adubadas com nitrogênio mineral, comparativamente à adubação com composto orgânico (Bonilla, 1992; Meireles, 1997; Zago et al., 1999). O nitrato passa por reações, na saliva e no estômago, resultando nas nitrosaminas que são substâncias cancerígenas (Marschner, 1995; Meireles, 1997).

A adubação orgânica pode agir diretamente nas plantas, estimulando o crescimento radicular e foliar (Mendonça e Loures, 1995). Alguns de seus nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, sofrem processo de disponibilização mais lento, em comparação com os adubos minerais solúveis, porém, de efeito mais prolongado (Kiehl, 1985; Bernardi et al., 2002). Dentre os adubos orgânicos, os estercos possuem composição e características que justificam sua aplicação direta no solo (Tedesco et al., 1999), sendo amplamente recomendados na produção de hortaliças, por melhorarem fisicamente o solo e contribuir com a oferta de nutrientes, especialmente o nitrogênio (Almeida, 1991). Contudo, Angelleti e Fonseca (1987) mencionam atributos indesejáveis de alguns estercos para uso nessas culturas, mas não fazem restrições ao esterco bovino curtido. Também, a urina de vaca, por conter significativos teores de nitrogênio, potássio e boro (Gadelha, 2001), vem sendo indicada como fonte de nutrientes, mais especificamente, na produção orgânica de alimentos (Codex..., 1999).

Os termofosfatos magnesianos, rochas moídas tratadas termicamente, possuindo baixa solubilidade, porém, com eficiência comparável aos fosfatos solúveis, vêm sendo recomendados em culturas de ciclo curto (Moreira e Malavolta, 2001; Araújo et al., 2003), inclusive olerícolas (Souza e Yasuda, 2003). Além disso, são insumos com aceitação na agricultura orgânica (Codex..., 1999). Porém, em se

tratando das hortaliças, são recomendações admitidas com reservas, porque não dispõem do respaldo de maiores estudos, que assegurem resultados satisfatórios. Esses termofosfatos caracterizam-se pela solubilidade em contato com os ácidos fracos do solo e das raízes e, ao mesmo tempo, exercem efeitos corretivos do pH e alumínio nos solos ácidos (Mitsui, 2003; Souza e Yasuda, 2003). Ademais, se o processo de solubilização microbiana desses fosfatos, que envolve a excreção de ácidos orgânicos ou inorgânicos, for incrementado pela incorporação ao solo, de fontes de matéria orgânica, a eficiência desses fosfatos pode ser melhorada (Minhoni et al., 1991). Em geral, os fertilizantes inorgânicos fosfatados são utilizados mais eficientemente pelas culturas quando aplicados juntamente com adubos orgânicos, dentre eles o esterco bovino (Iyamuremye et al., 1996).

Diante do exposto, torna-se imperioso a obtenção de maiores informações sobre o uso combinado dessas fontes de nutrientes, em culturas olerícolas, para melhor subsidiar sua utilização em manejo alternativo com essas culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, associadas à urina de vaca, sobre o crescimento, a nutrição e o rendimento e qualidade de frutos de berinjela.

2. MATERIAL E MÉTODOS GERAL

2.1. Instalação dos experimentos

Foram conduzidos dois experimentos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), em Areia, sendo um em condições de abrigo telado, com plantio em vasos, no período de outubro/2003 a fevereiro/2004; e o outro em condições de campo, de outubro/2003 a março/2004. O município de Areia está localizado na Microrregião do Brejo Paraibano, com altitude de 574,62 m, latitude 6° 58$^{'}$ S e longitude 35° 42$^{'}$ WGr. Pela classificação de Köppen, o clima é do tipo As$^{'}$, que se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. As médias mensais das características climatológicas, no período de condução dos ensaios, foram as descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características climáticas do período de condução dos experimentos. Areia, UFPB, 2005.

	Ano/Mês					
		2003			**2004**	
Características	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Temperatura média (^{o}C)	22,3	23,1	23,8	23,1	23	23,1
Precipitação (mm)	45,8	21,1	71,2	471,5	343,6	149,6
Umidade relativa (%)	81	79	81	84	88	63

Fonte: Estação meteorológica do CCA-UFPB.

O solo utilizado como substrato dos vasos, foi o mesmo da área experimental no campo, classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico Típico (Embrapa,

1999), cujos atributos químicos e físicos, antes dos procedimentos experimentais, encontram-se descritos nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Atributos químicos de amostra composta do solo, coletada a 20 cm de profundidade, na área experimental em campo[1]. Areia, UFPB, 2005.

Atributos	Valores	Interpretação[2]
pH em água (1:2,5)	5,7	Acidez média
P (mg/dm^3)	3,67	Baixo
K^+(mg/dm^3)	48,25	Médio
Na^+($mmol_c/dm^3$)	1,1	Médio
$H^+ + Al^{+3}$($mmol_c/dm^3$)	61,9	Alto
Al^{+3}($mmol_c/dm^3$)	0,0	Muito baixo
Ca^{+2}($mmol_c/dm^3$)	27,0	Médio
Mg^{+2}($mmol_c/dm^3$)	10,0	Alto
Matéria orgânica (g/dm^3)	19,29	Médio

[1]Análises realizadas pelo Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA-UFPB, de acordo com EMBRAPA (1997); [2] Lopes e Guidolin (1989).

Tabela 3. Atributos físicos de amostra composta do solo, coletada a 20 cm de profundidade, na área experimental em campo[1]. Areia, UFPB, 2005.

Atributos	Valores
Areia grossa (g/kg)	672
Areia fina (g/kg)	125
Silte (g/kg)	126
Argila (g/kg)	77
Densidade do solo (g/cm^3)	1,28
Porosidade total (m^3/ m^3)	0,51
Classe textural	Areia Franca

[1]Análises realizadas pelo Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA-UFPB, de acordo com EMBRAPA (1997).

2.2. Delineamento experimental, tratamentos e fertilizantes

O delineamento experimental foi blocos casualizados, em ambos experimentos, com quatro e três repetições em condição de abrigo telado e campo, respectivamente. A parcela experimental constou de um vaso contendo uma planta, no abrigo, e de quatro linhas de quatro plantas espaçadas de 1,0 m x 0,80 m, no campo. Os tratamentos consistiram de cinco doses de esterco bovino e de cinco doses de termofosfato magnesiano, perfazendo nove combinações geradas através da matriz "composto central de Box" (Tabelas 4 e 5), arranjo experimental com níveis predeterminados para os fatores, utilizado na experimentação em condições de casa de vegetação e em campo (Sanchez et al., 1994; Sing e Rao, 1994; Bortoluzzi e Alvarez V., 1997; Lavres Junior, 2001). As doses utilizadas no ensaio em abrigo telado tiveram adequação proporcional à capacidade dos vasos, a partir das doses utilizadas em campo. Nesta matriz, as doses são não-equidistantes, com o ponto médio do intervalo estudado para os fatores, correspondendo à combinação 9.

Todas as combinações receberam uma dose básica de sulfato de potássio (50% de K_2O), adaptada da recomendação de Malavolta (1987), correspondendo a 170 mg kg^{-1} nos vasos, e a 24 g por planta, em campo. Em cobertura, foi aplicada urina de vaca, de forma parcelada. Nos vasos, as duas primeiras parcelas corresponderam a 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca e água (100 ml por litro de H_2O), e nas duas últimas, a solução possuía o dobro da concentração inicial de urina de vaca (Gadelha, 2001). No campo, cada uma, das cinco parcelas aplicadas, correspondeu a 500 ml por planta de uma solução de urina de vaca e água (10 litros por 100 litros de H_2O).

Tabela 4. Níveis e doses de esterco bovino (EB) e de termofosfato magnesiano (TM) empregados nos tratamentos/combinações do experimento em condições de campo, conforme a matriz "composto central de Box"

	Tratamentos/combinações								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Níveis de EB	-1	-1	+1	+1	$-\alpha$	$+\alpha$	0,0	0,0	0,0
Doses de EB ($t\ ha^{-1}$)	8,3	8,3	48,3	48,3	0,0	56,6	28,3	28,3	28,3
Níveis de TM	-1	+1	-1	+1	0,0	0,0	$-\alpha$	$+\alpha$	0,0
Doses de TM ($kg\ ha^{-1}$)	518,0	3018,0	518,0	3018,0	1768,0	1768,0	0,0	3536,0	1768,0

Número de tratamentos = $2^k + 2k + 1$ (k = nº de fatores) $\therefore$ $2^2 + 2.2 + 1 = 9$; $\alpha = \sqrt{2}$.

Tabela 5. Níveis e doses de esterco bovino (EB) e termofosfato magnesiano (TM) empregados nos tratamentos/combinações do experimento em condições de abrigo telado, conforme a matriz "composto central de Box".

	Tratamentos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Níveis de EB	-1	-1	+1	+1	$-\alpha$	$+\alpha$	0,0	0,0	0,0
Doses de EB ($g\ kg^{-1}$)	4,15	4,15	24,15	24,15	0,0	28,3	14,15	14,15	14,15
Níveis de TM	-1	+1	-1	+1	0,0	0,0	$-\alpha$	$+\alpha$	0,0
Doses de TM ($mg\ kg^{-1}$)	259,0	1509,0	259,0	1509,0	884,0	884,0	0,0	1768,0	884,0

Número de tratamentos = $2^k + 2k + 1$ (k = nº de fatores) $\therefore$ $2^2 + 2.2 + 1 = 9$; $\alpha = \sqrt{2}$.

Também foram empregados dois tratamentos adicionais: a) superfosfato triplo (41% de P_2O_5) e esterco bovino, equivalendo em P_2O_5 e esterco bovino ao nível zero (Tratamento 9), com uso de uréia (45% de N), aplicada em cobertura; b) que correspondeu ao tratamento 9, porém sem aplicação de urina de vaca ou uréia. No primeiro tratamento adicional, as doses de superfosfato triplo e uréia

corresponderam, respectivamente, a 345 mg kg^{-1} e a 1,8 g por vaso, no experimento em abrigo telado. Em campo, foram aplicados 690 kg ha^{-1} de superfosfato triplo e 17,5 g por planta de uréia. As doses de uréia foram aplicadas de forma parcelada, e a adubação potássica foi igual a dos demais tratamentos.

O esterco bovino apresentava em sua composição os macronutrientes (g kg^{-1}) N = 10,3; P = 3,6; K = 22,3; S = 6,7; Ca = 2,5; Mg = 10,8 e os micronutrientes (mg kg^{-1}) B = 38,5; Cu = 15,0; Fe = 8964,0; Mn = 278,5; Zn = 64,3; além de Na (mg kg^{-1}) = 7553,3. Já a urina de vaca utilizada, possuía teores de N, P, K, Ca, Mg e S iguais, respectivamente, a 3,0; 0,0016; 61,33; 0,02; 0,28 e 0,49 g $litro^{-1}$; e teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn iguais a 38,8; 0,07; 0,95; 0,12 e 0,17 mg $litro^{-1}$, respectivamente; e de Na (mg $litro^{-1}$) = 1031,3. A urina teve origem de vacas alimentadas com capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), cana forrageira (*Saccharum officinarum*), torta de algodão, farelo de trigo e farelo de milho, bem como recebiam sal mineral contendo cálcio, cobre, zinco e cobalto. O termofosfato magnesiano foi o Yoorin Master, contendo: P_2O_5 total = 17,5 %; P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2,0 % = 16,0 %; Ca = 20,0 %; Mg = 7,0 %; B = 0,10 %; Cu = 0,05 %; Mo = 0,006 %; Mn = 0,12 % e Zn = 0,55 %.

2.3. Produção de mudas e condução

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células, preenchidas com o substrato comercial Plantmax HA, composto de cascas processadas de pinus enriquecidas, vermiculita expandida e turfa processada enriquecida. As sementes utilizadas foram da cv. Ciça, sendo colocadas quatro sementes por célula. O início da germinação ocorreu sete dias após a semeadura. No estádio de duas folhas definitivas, realizou-se o primeiro desbaste para duas

plantas por célula, e posteriormente, para uma planta. Aos 32 dias após a germinação, quando as mudas estavam com quatro folhas definitivas, foram transplantadas para o local definitivo.

Condução do experimento em abrigo telado

O preenchimento dos vasos foi realizado uma semana antes do transplantio das mudas, seguindo-se a irrigação até próximo da capacidade de campo, condição mantida durante esse período. Para tanto, em dois vasos, idênticos aos utilizados no experimento, preenchidos com o solo em suas capacidades, adicionou-se água até início da drenagem e, após 24 horas, computou-se o volume de água drenado, obtendo-se o volume retido, por diferença com o volume adicionado. O volume retido constituiu a irrigação inicial. Antes da mistura do solo com os fertilizantes, o solo foi passado em peneira de malha de 4 mm. A mistura deu-se de uma só vez para as quatro repetições. Após o transplantio, os vasos receberam irrigações diárias. As quantidades de água fornecidas foram ajustadas periodicamente em função do crescimento da planta, tendo variado de 250 ml no início a 500 ml ao final do ciclo, permitindo a manutenção da umidade próxima da capacidade de campo.

As aplicações de urina de vaca e uréia, em cobertura, foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio. Inicialmente, eram aplicados 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca e água (100 ml por litro de H_2O), diluídos na água de irrigação. Nas duas últimas aplicações, a solução possuía o dobro da concentração inicial de urina de vaca (Gadelha, 2001). A dose de uréia foi de 0,45 g por vaso, diluída na água de irrigação.

Quando as plantas atingiram o estádio de sete a oito folhas definitivas, foi enterrado, junto de cada planta, um tutor com 2,5 $\pm$ 0,5 cm de diâmetro, para amarração das plantas à medida que aumentavam de altura. Foram realizadas duas

desbrotas, abaixo da primeira bifurcação, sendo a primeira executada 40 dias após o plantio e a segunda, dez dias após. As raras plântulas espontâneas, que surgiram, foram eliminadas manualmente. O encerramento do experimento se deu aos 80 dias após o transplantio.

Condução do experimento em campo

A área, não cultivada há mais de 10 anos, foi roçada manualmente, e os restos vegetais retirados com ancinho. Optou-se pelo plantio em leirões, por se tratar de área baixa. Os leirões, com aproximadamente 0,25 m de altura, foram confeccionados com auxílio de enxadas, sendo o esterco bovino, o termofosfato magnesiano e o sulfato de potássio incorporados em toda sua extensão e profundidade, uma semana antes do transplantio.

A adubação, em cobertura, foi realizada aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o transplantio, correspondendo a 500 ml por planta de uma solução de urina de vaca e água (10 litros / 100 litros de H_20), em cada aplicação. Já para o tratamento adicional com o superfosfato triplo, cada aplicação de uréia foi de 3,5 g dissolvidos em 0,5 litro de H_2O, por planta. A segunda adubação, em cobertura, coincidiu com a fase de início do florescimento e a terceira, com o início da frutificação.

Foram efetuadas desbrotas aos 20 e 30 dias após o plantio, na haste principal, abaixo da primeira bifurcação. Aos 20, 40 e 70 dias, após o plantio, realizaram-se capinas, com auxílio de enxada, para manter a cultura livre de competição com invasoras, bem como foi efetuado o levantamento dos leirões. As plantas foram pulverizadas com solução de deltametrina 2,5 E (6,0 ml / 20,0 litros de H_2O), semanalmente, até os 75 dias, após o plantio, para controle da vaquinha verde-amarela (*Diabrotica speciosa*). Já na fase adiantada do ciclo, devido o

tombamento parcial de algumas plantas, por ação de chuvas acompanhadas de ventos fortes, as mesmas foram tutoradas, pelo sistema de vara simples.

Foram realizadas irrigações pelo sistema de aspersão convencional somente até 40 dias após o plantio, na ausência de precipitação, com turno de rega de três dias. A lâmina de água correspondeu a 10 mm, calculada considerando: a) evapotranspiração da cultura, em função da temperatura e umidade relativa média do ar; b) o turno de rega, em função da evapotranspiração da cultura, da profundidade de raízes e tipo de solo; c) a eficiência média para aspersão convencional (Ribeiro et al., 1998).

Aos 54 e 100 dias, após o plantio, ocorreram, respectivamente, a primeira e a última colheita de frutos, de um total de 19 colheitas. A primeira colheita não atingiu todas as parcelas, e naquelas em que se concretizou, a produção foi mínima.

2.4. Variáveis estudadas

No experimento em abrigo telado, foram mensuradas variáveis relacionadas com o crescimento das plantas: altura e diâmetro caulinar, para cálculo da taxa de crescimento relativo em altura caulinar e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar; área foliar (AF), massa de matéria seca das folhas (MMSF) e área foliar específica (AF/MMSF); massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), de raízes (MMSR) e total (MMST); razão de área foliar (AF/MMST) e relação raiz parte aérea (MMSR/MMSPA), conforme descrição no Capítulo 1 (item 2.2. Material e Métodos).

Nesse mesmo experimento, para avaliação do estado nutricional das plantas, foram determinados, nos limbos da quarta e da quinta folha a partir do ápice, os teores foliares de macronutrientes e de micronutrientes, bem como os conteúdos de

micronutrientes na biomassa desses limbos (Capítulo 2, item 2.2. Material e Métodos).

No experimento em campo, ao final das colheitas, foram obtidos os dados do número e peso de frutos sadios e defeituosos, que derivaram o número e produção de frutos por planta, produção comercial e não-comercial de frutos e peso médio de fruto. Também, os frutos foram medidos quanto ao diâmetro e comprimento, obtendo-se, em adição, o índice de formato do fruto. No início do florescimento, foram determinados os teores de macronutrientes nos limbos de folhas recém-maduras. Foram avaliados, ainda, a altura de planta e o diâmetro do caule das quatro plantas centrais da parcela. Durante as primeiras colheitas, em cada parcela, eram retiradas sub-amostras, que compuseram uma amostra, para determinação de macronutrientes e nitrato na matéria seca dos frutos. Os procedimentos de avaliação das diferentes variáveis, nesse experimento, foram descritos no Capítulo 3 (item 2.2. Material e Métodos).

Por ocasião do encerramento dos experimentos, foram coletadas amostras do substrato de todos vasos, e do solo das parcelas no campo, para caracterização química na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP – Campus de Jaboticabal, SP. A matéria orgânica foi determinada pelo método da Dakota do Sul modificado, e o pH em $CaCl_2$ 0,01M; o fósforo foi extraído por resina de troca aniônica e quantificado através do método do azul de molibdênio, empregando-se espectrofotômetro; para o potássio, cálcio e magnésio, a extração foi com resina de troca catiônica, sendo o primeiro quantificado por fotometria de chama, e o cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica (Ferreira et al., 1990).

2.5. Análises estatísticas

Nas análises estatísticas, empregaram-se técnicas de análise univariada e multivariada. Foi utilizada curva de resposta no caso onde a significância foi somente de um fator isolado, e superfície de resposta quando a significância deu-se para os dois fatores ou para a interação, e os níveis de significância para aceitar o efeito isolado, dentro do modelo, foram escolhidos até 10% (Alvarez V., 1991). A escolha do modelo foi com base na significância dos efeitos, na explicação adequada para fenômeno analisado e no maior coeficiente de determinação.

Na análise multivariada, fez-se uso da análise de componentes principais (Broschat, 1979), sendo estudada a resposta desses componentes aos fatores estudados (Caradus et al., 1993), e o autovalor da matriz de correlação (λ) foi considerado até 0,70, conforme critério de Jolliffe (Jackson, 1991). Também, foi utilizada a técnica de correlações canônicas (Rencher, 1992; Vainionpää et al., 2000). Essas técnicas de análise multivariada foram aplicadas somente aos tratamentos envolvidos na regressão.

Em cada característica, a dose que proporcionou o valor máximo ou o valor mínimo foi obtida pela derivada primeira igualada a zero, no caso de equação de regressão simples. No caso de equação de regressão polinomial, foi utilizada derivada parcial em relação a cada fator. Na análise dos contrastes foi utilizado o teste F, que, no caso de duas médias, é decisivo (Gomes, 1985), tendo sido aplicado, ainda, o teste de Bonferroni, devido à não-ortogonalidade dos mesmos (Gill, 1990). As análises dos dados foram efetuadas com o software SAEG 5.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Exigências edáficas e nutricionais da berinjela

A faixa de acidez do solo favorável à berinjela varia de pH 5,5 a 6,8, embora apresente certa tolerância a acidez (Filgueira, 2000; Kessel, 2001). A planta desenvolve-se melhor em solos areno-argilosos, profundos e bem drenados, com saturação de bases em torno de 70% e umidade próxima da capacidade de campo, que propicia maiores produtividades e frutos de melhor qualidade (Ribeiro et al., 1998). A berinjela extrai do solo em maiores quantidades os nutrientes K, N e Ca, vindo a seguir o Mg, P e S (Malavolta et al., 1974). Entretanto, quando o nível do nutriente no substrato é baixo, o sintoma de desnutrição aparece na ordem N, P, K, Ca, Mg e S (Haag e Homa, 1968). Porém, a planta é mais eficaz do que as demais solanáceas, em fazer uso dos nutrientes prontamente disponíveis no solo (Hegde, 1997). Entre macronutrientes e micronutrientes, a produção de frutos é afetada negativamente, com diferentes intensidades, pela deficiência de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn e Mn, sendo que a deficiência de P provoca queda de flores e drástica redução da produtividade, podendo inclusive não haver produção de frutos (Ribeiro et al., 1998). Para a produção de 1,0 t de frutos, a berinjeleira necessita absorver, em média, 3,0-3,5 kg de nitrogênio, 0,2-0,3 kg de fósforo e 2,5-3,0 kg de potássio (Hegde, 1997).

Em solução nutritiva de Hoagland e Arnon, com Fe EDTA, completa e com omissão de macronutrientes, foi constatado que a ausência de enxofre não afetou de forma marcante o crescimento da berinjela, o mesmo não ocorrendo com os demais, sendo a ausência de nitrogênio o tratamento que afetou sensivelmente o

crescimento, principalmente das folhas novas e do caule, e na omissão de fósforo ou de magnésio não houve formação de frutos (Haag e Homa, 1968). Em condições de solo, os níveis de fósforo requeridos na solução para o rendimento máximo da berinjela são considerados altos, em torno de 1,6 ppm (Nishimoto et al., 1977; Swiader e Morse, 1982). Entretanto, as quantidades de nutrientes a serem aplicadas dependem do potencial de rendimento da cultivar e do nível de disponibilidade no solo (Hegde, 1997). Em relação aos macronutrientes primários, as recomendações podem chegar a 180 kg ha^{-1} de N, 600 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 200 kg ha^{-1} de K_2O (Malavolta, 1987; Ribeiro et al., 1998), na dependência dos padrões de fertilidade dos solos. A aquisição de nutrientes pela berinjela depende, em parte, das fontes utilizadas, sendo que o uso integrado de fontes orgânicas e inorgânicas resulta em maior absorção e incrementa a produção de frutos (Jose et al., 1988).

3.2. Adubação orgânica e uso de urina de vaca

A matéria orgânica favorece a produtividade através da melhoria nas propriedades do solo (Raij, 1991). As condições biológicas são afetadas positivamente, por ser a adubação orgânica fonte de carbono e energia para os microorganismos que sobressaem em quantidade e importância no solo (Bayer e Mielniczuk, 1999). Em se tratando da adição de nutrientes, depende da quantidade de massa orgânica e de sua concentração de nutrientes (Sanchez et al., 1989; Kwabiah et al., 2003).

Nos adubos orgânicos encontram-se os principais macronutrientes, embora normalmente o maior interesse seja pelo fornecimento de nitrogênio (Miyasaka et al., 1984). Contudo, os processos biológicos controlam a retenção ou liberação de

nitrogênio, fósforo e enxofre, por fazerem parte de unidades estruturais da matéria orgânica (Mendonça e Loures, 1995; Janssen, 1996). Quanto aos micronutrientes, ela poderá ter um efeito significativo no seu fornecimento, desde que empregada em doses acima de 10 t ha^{-1} (Ferreira et al., 1993).

Por outro lado, como maior fonte freqüentemente de cargas negativas nos solos tropicais, sua manutenção aumenta a retenção de cátions disponíveis no solo (Mendonça e Loures, 1995), possibilitando um desempenho muito melhor dos fertilizantes minerais adicionados (Alcarde et al., 1989), e aumentando a disponibilidade dos nutrientes para as plantas. Possui também elevado poder de tamponamento do solo, isto é, quanto maior o teor de matéria orgânica, maior será sua resistência à mudança brusca de pH do meio (Kiehl, 1985).

Quando empregada em quantidade adequada, a matéria orgânica reduz imediatamente a densidade aparente da camada adubada (Kiehl, 1985), e promove a agregação de partículas, conferindo ao solo condições favoráveis de arejamento e friabilidade, aumentando também sua capacidade de retenção de água (Miyasaka et al., 1984). O aumento da retenção de água pode estar relacionado com o decréscimo da densidade e aumento da porosidade total e mudança na distribuição do tamanho dos agregados, que podem mudar a distribuição do tamanho dos poros (Fageria et al., 1999).

Na composição do esterco bovino há aproximadamente 15% de carbono, que podem melhorar as propriedades físicas do solo, particularmente dos solos erodidos ou com baixo valor de matéria orgânica. Entretanto, aplicações acima dos requerimentos da cultura causam significativa elevação de fósforo, nitrogênio e sais no solo (Eghball, 2002). Em geral, são encontrados N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn

na sua composição (Kiehl, 1985), sendo consideráveis as quantidades de N, P e K (Fageria et al., 1999).

Alguns autores constataram, nas condições edafoclimáticas de Areia-PB, os efeitos benéficos do emprego do esterco bovino em hortaliças. No feijão-vagem, 24 t ha^{-1} proporcionou o maior rendimento de vagens (30,3 t ha^{-1}), sendo que a dose mais viável economicamente foi 23 t ha^{-1} (Santos et al., 2001a). No repolho, hortaliça que responde bem à adubação orgânica, principalmente em solos arenosos, a máxima produtividade foi obtida com 47 t ha^{-1} (Oliveira et al., 2001). Para a berinjela, a adubação com esterco de curral é baseada em recomendações que vão de 10 t ha^{-1} a 30 t ha^{-1} (Blanco et al., 1997; Ribeiro et al., 1998), evidenciando uma razoável amplitude, somando-se o fato de que é genérica para solos argilosos e arenosos. Essa recomendação é acompanhada pela aplicação de 80 a 120 kg ha^{-1} de nitrogênio mineral, em cobertura.

Uma grande proporção (75% a 90%) do nitrogênio ingerido pelos animais retorna ao solo através da urina e do esterco (Fageria et al., 1999). O nitrogênio da urina está na forma de compostos solúveis, principalmente uréia, e pode ser rapidamente transformado no gás amônia ou perdido por lixiviação, perdas que representam 34% a 80% do total de nitrogênio depositado na urina, sendo maior na ausência de cobertura vegetal; bem como a uréia presente na urina sofre hidrólise mais rapidamente que a uréia mineral (Ferreira, 1995; Boddey et al., 2000). Contudo, as transformações do nitrogênio da urina no solo podem ser afetadas pela presença de constituintes menores desse resíduo animal, como o ácido hipúrico, com situação similar para o enxofre (Nguyen e Goh, 1994; Shand et al., 2002).

O armazenamento da urina promove enriquecimento com amônia, substância que é absorvida pelas plantas com facilidade, via solo ou via foliar (Globo..., 2002),

sendo a urina animal considerada fonte disponível de nutrientes, especialmente nitrogênio, potássio e boro (Nguyen e Goh, 1994; Boddey et al., 2000; Gadelha, 2001). Em experimento simulado de pastagem irrigada, a lixiviação do potássio da urina foi negligenciável, o mesmo não ocorrendo com o cálcio e magnésio (Early et al., 1998). A urina de vaca, usada como fertilizante, supriu o nitrogênio ao capim elefante (*P. purpureum*) e promoveu elevação significativa da produtividade de massa verde e massa seca, número de perfilhos e folhas, no primeiro e segundo cortes do capim (Boddey et al., 2000). Em pimentão, vagem e couve, a mistura de ½ litro de urina de vaca em 100 litros de água, pulverizada semanalmente, teve efeito satisfatório porque aumentou o número de brotações, de folhas, de flores e de frutos (Gadelha, 2001). Em pimentão, a urina de vaca na concentração de 5%, pulverizada quinzenalmente, ocasionou elevação máxima do número de frutos por planta e produção por planta, na ausência de adubação mineral (Paes, 2003).

O nitrogênio fornecido pela decomposição microbiana da matéria orgânica, ou adicionado por outras fontes, é absorvido como íon nitrato ou amônio, sendo incorporado como íon livre no vacúolo e em compostos orgânicos, representados principalmente por aminoácidos e proteínas, além de ácidos nucléicos, nucleotídeos e enzimas (Larcher, 2000; Taiz e Zeiger, 2004). As proteínas e ácidos nucleicos são os constituintes fundamentais do protoplasma da planta, portanto, quando ocorre deficiência de nitrogênio há inibição da divisão celular e redução do crescimento da planta (Fageria et al., 1999). É necessário para a síntese da clorofila e conseqüentemente para a fotossíntese, além de estimular o crescimento de folhas, caules e raízes, promovendo uma maior absorção de outros nutrientes (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004).

3.3. Fósforo no solo e na planta

A essencialidade do fósforo à vida vegetal é tanto de natureza estrutural como de constituinte dos compostos ricos de energia, principalmente o trifosfato de adenosina-ATP, sintetizado nas fosforilações oxidativas, durante a fase aeróbica da respiração, nas fosforilações fotossintéticas, e, em menor grau, nas que se verificam ao nível de substrato, energia que é empregada em reações e processos os mais diversos (Malavolta, 1980a).

Através do seu papel no processo da respiração, o fósforo atua positivamente no florescimento e na frutificação, contribui para o bom desenvolvimento radicular das plantas, incrementa a produção e melhora a qualidade dos produtos vegetais (Raij, 1991). Sob baixas concentrações de fósforo inorgânico no citossol há diminuição da fotossíntese, devido à redução da atividade de várias enzimas do ciclo de Calvin, o mesmo ocorrendo quando são altas as concentrações desse nutriente nos tecidos das plantas, devido à exportação excessiva de trioses-P para o citossol, influenciando a regeneração da RuBP, que é o aceptor de CO2 (Morison e Batten, 1986; Moura et al., 2001).

Apesar das plantas consumirem menor quantidade de fósforo do que potássio e nitrogênio, as recomendações, em geral, são de que as suas quantidades, para qualquer cultura na época do plantio, sejam superiores às daqueles nutrientes, devido ao baixo aproveitamento do fósforo (5% a 20%), em decorrência das perdas relacionadas com o fenômeno de fixação (Alcarde et al., 1989; Vale et al., 1993). O seu fornecimento em doses adequadas estimula o desenvolvimento do sistema radicular, logo na fase inicial, proporcionando condições às plantas de obterem os demais nutrientes (Raij, 1991).

As hortaliças são muito exigentes em fósforo, principalmente durante a germinação e a formação da plântula, e, posteriormente, durante o período de frutificação (Filgueira, 2000). Contudo, em solos naturalmente bem supridos com fósforo, a sua adição não afeta suas produções e qualidade (Fontes et al., 1997). Entretanto, mesmo em solos já adubados anteriormente, em geral, a deficiência de fósforo ainda é importante, e para diferentes classes de teores desse nutriente no solo são obtidas curvas de respostas correspondentes (Raij, 1991). Nesse sentido, alguns trabalhos mostram respostas marcantes na elevação do rendimento das hortaliças em função da aplicação do fósforo (Fontes e Wilcox, 1984; Seno et al., 1994; Fontes et al., 1997; Vieira et al., 1998; Silva et al., 2001).

Os solos diferem quanto à imobilização de fosfatos, e as condições que favorecem os maiores índices do fenômeno são maiores teores de argila, maior ocorrência na argila de óxidos de ferro e alumínio e menores valores de pH (Raij, 1983). Em condições de solos com pequena CMAP (Capacidade Máxima de Adsorção de P), como os arenosos, é preciso maior valor do I (Fator Intensidade), ou seja, a concentração ótima para atender a demanda da planta; bem como para uma mesma quantidade de fósforo colocada no solo, devem ser encontrados valores do I bem maiores nos solos arenosos (Novais e Smyth, 1999). Em solos com diferentes FCP (Fator Capacidade de P-resistência do solo a mudanças no I, quando é adicionado ou retirado fósforo do solo), esses autores afirmam que, ao aumento da concentração de P-disponível, em solos com alto FCP, doses mais elevadas de fósforo serão requeridas, em relação a solos com baixo FCP, ambos com o mesmo teor inicial de P-disponível.

3.4. Fontes minerais de fósforo de baixa solubilidade

Para as culturas anuais é necessário que a fonte de fósforo seja solúvel em água para aumentar a eficiência agronômica (Fageria et al., 1999). Entretanto, alguns fosfatos naturais de origem sedimentar, como o de Gafsa e Carolina do Norte, e os termofosfatos, têm-se mostrado tão ou mais eficientes como fonte de fósforo para as plantas de ciclo curto quanto os superfosfatos (Novais e Smyth, 1999). Ao contrário, os fosfatos de origem ígnea, ou metamórfica, em cuja categoria se enquadram os fosfatos naturais brasileiros de importância comercial, são pouco reativos (Soares et al., 2000). A reatividade desses fosfatos é aumentada por meio de tratamento térmico, que pode ser efetivo dependendo do tipo de fosfato e da temperatura empregada, não tendo a calcinação resultado em aumento da solubilidade das apatitas (Novais e Smyth, 1999).

Já os termofosfatos magnesianos, são obtidos a partir da fusão de fosfato natural (apatita ou fosforita) com silicato de magnésio, seguida de resfriamento rápido ao sair do forno, para tornar o fósforo disponível aos vegetais, (Novais e Smyth, 1999; Souza e Yasuda, 2003). Este tipo de termofosfato, devido à alta solubilidade em ácido cítrico (92% do total), tem eficiência bastante elevada, mesmo considerando culturas anuais e de ciclo curto como as olerícolas (Souza e Yasuda, 2003). Diversos trabalhos têm evidenciado bons resultados apresentados pelos termofosfatos, os quais foram tão eficientes quanto os fertilizantes solúveis em água (Goedert e Lobato, 1984; Casanova, 1995; Moreira et al., 1997; Moreira e Malavolta, 2001).

Os fosfatos naturais têm sua eficiência melhorada quando aplicados a lanço e incorporados a solos ácidos, argilosos, com baixos níveis de Ca trocável e P solúvel

(Soares et al., 2000). Novais e Smyth (1999) ressalvam que maior contato das partículas do fosfato com o solo poderia ser recomendado para condições de solos com baixo FCP (arenosos, orgânicos, pouco intemperizados, entre outros), uma vez que a sua solubilização seria sinônimo de disponibilidade para a planta. Por outro lado, o processo de solubilização microbiana dos fosfatos envolve a excreção de ácidos orgânicos ou inorgânicos, podendo ser incrementado pela incorporação de matéria orgânica ao solo (Minhoni et al., 1991; Iyamuremye et al., 1996). A decomposição da matéria orgânica pela microbiota resulta em produção de CO_2, que aumenta a solubilidade dos fosfatos do solo (Mengel e Kirkby, 1987). Contudo, Li et al. (1990) observaram um decréscimo na disponibilidade de fósforo em solos com resíduos orgânicos contendo baixo teor desse elemento.

4. CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1– CRESCIMENTO DE PLANTAS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ESTERCO BOVINO E DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO

RESUMO

O crescimento de plantas de berinjela foi caracterizado em experimento conduzido em abrigo telado, em delineamento blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando-se nove combinações de doses de esterco bovino (g kg^{-1}) e de termofosfato (mg kg^{-1}), respectivamente (4,15-259,0; 4,15-1509,0; 24,15-259,0; 24,15-1509,0; 0,0-884,0; 28,3-884,0; 14,15-0,0; 14,15-1768,0; 14,15-884,0), conforme níveis predeterminados da matriz "composto central de Box". A parcela constitui-se de um vaso contendo uma planta. Foi aplicado sulfato de potássio (170 mg kg^{-1}), e realizadas quatro aplicações, em cobertura, de 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca (100 ml por litro de H_2O) Foram adicionados dois tratamentos: termofosfato magnesiano sem urina de vaca e superfosfato triplo com uréia, com doses de P_2O_5 e esterco bovino idênticas da combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), usando a mesma dose anterior de sulfato de potássio. No tratamento com uréia, cada uma das quatro aplicações foi igual a 0,45 g por vaso. A maior área foliar (AF), 5421 cm^2 $planta^{-1}$, foi obtida com a maior dose de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}) na ausência de termofosfato magnesiano. A área foliar específica (AFE) decresceu linearmente com as doses dos dois adubos, atingindo menor valor (231,73 cm^2 g^{-1}) com as doses máximas empregadas. A massa de matéria seca de folhas (MMSF) cresceu de forma quadrática com as doses dos dois fertilizantes, e seu maior valor (22,02 g $planta^{-1}$) foi obtido pela combinação da maior dose de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}) com 1153,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano. A massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) cresceu linearmente com as doses dos dois adubos e atingiu 50,28 g $planta^{-1}$, nas suas doses mais elevadas. A massa de matéria seca de raízes (MMSR) foi maior (16,74 g $planta^{-1}$), na combinação da maior dose de esterco bovino com a maior dose de termofosfato magnesiano (1768,0 mg kg^{-1}). A massa de matéria seca total

(MMST), assumiu valores crescentes, e atingiu valor máximo (66,53 g planta^{-1}) pela combinação das doses máximas dos adubos. A razão de área foliar (RAF) teve valor máximo (127,8 cm^2 g^{-1}) com 8,4 g kg^{-1} de esterco bovino, na ausência de termofosfato magnesiano. A relação raiz parte aérea (RRPA), após o valor mínimo de 0,18 g g^{-1}, passou ao valor máximo (0,398 g g^{-1}), nas doses máximas empregadas dos dois insumos. A taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC) alcançou valor máximo (0,029 cm/cm dia^{-1}) com 23,0 g kg^{-1} de esterco bovino. A taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) cresceu linearmente com as doses de esterco bovino, atingindo valor de 0,015 cm/cm dia^{-1} com a dose mais alta (28,3 g kg^{-1}). O tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca superou ao termofosfato magnesiano sem urina de vaca para a MMSF, MMST e TCRAC, e foi inferior para a AF. Comparado ao tratamento convencional (superfosfato triplo com uréia), foi inferior para a MMST, MMSPA, MMSF, MMSR, AF e RRPA. O crescimento geral da planta (CP1) incrementou linearmente com as doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, porém o incremento linear do esterco bovino foi mais pronunciado. Bem como a competição entre MMSR e RRPA contra TCRAC e TCRDC (CP2) decresceu conforme modelo quadrático, em função das doses dos dois fertilizantes, atingindo valor mínimo (2,77) pela combinação de 16,0 g kg^{-1} de esterco bovino com 574,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano As correlações canônicas indicaram que a MMSR e a MMSPA foram maiores com maior disponibilidade de potássio e fósforo no substrato.

ABSTRACT

Eggplant growth as a function of cattle manure and magnesium thermophosphate doses

In an experiment carried in a greenhouse, in randomized blocks design, with four replications, and nine combinations between cattle manure (g kg^{-1}) and magnesium thermophosphate (mg kg^{-1}) doses, respectively (4.15-259.0; 4.15-1509.0; 24.15-259.0; 24.15-1509.0; 0.0-884.0; 28.3-884.0; 14.15-0.0; 14.15-1768.0; 14.15-884.0), according to "Box central composite" matrix, was characterized eggplant growth. The plot consisted of each vase with one plant. It was applied potassium sulphate (170 mg kg^{-1}) and at four occasions 50 mL per vase of cow urine solution (100 mL per liter of H_2O), in topdressing. Two treatments were added: magnesium thermophosphate without cow urine and triple superphosphate plus urea with P_2O_5 and cattle manure doses equal combination 9 (magnesium thermophosphate plus cow urine), using same prior dose of potassium sulphate. In the treatment with urea, each application, totalizing four, was equivalent 0.45 g per vase. Leaf area (LA) was highest (5421 cm^2 $plant^{-1}$) with superior cattle manure dose (28.3 g kg^{-1}) without magnesium thermophosphate. Specific leaf area (SLA) decreased linearly with both fertilizers, reaching minimal value (231.73 cm^2 g^{-1}) with higher doses utilized. Dry matter yield of leaves (DML) reached highest value (22.0 g $plant^{-1}$) with higher cattle manure dose associated with 1153.0 mg kg^{-1} of magnesium thermophosphate. Dry matter yield of shoots (DMS) increase linearly with doses of both fertilizers, reaching maximum value (50.28 g $planta^{-1}$) with their higher doses combined. Dry matter yield of roots (DMR) was highest (16.74 g $plant^{-1}$) by combination of maximum doses of both fertilizers. Total dry matter yield (TDM) reached highest value (66.53 g $plant^{-1}$) with higher doses of both fertilizers combined. The leaf area ratio (LAR) had maximum value (127.8 cm^2 g^{-1}) with 8.4 g kg^{-1} of cattle manure without magnesium thermophosphate. The root shoot dry matter ratio (RRS), after go down to minimal value (0.18 g g^{-1}), ascended to maximum value (0.398 g g^{-1}) in superior doses provided of both fertilizers. Relative growth rate in stem in height (RGRSH) it was highest (0.029 cm/cm day^{-1}) with 23.0 g kg^{-1}. The relative growth rate in stem diameter (RGRSD) increased linearly with cattle manure doses, reaching value of 0.015 cm/cm day^{-1} in the superior dose (28.3 g kg^{-1}). The treatment magnesium thermophosphate plus cow urine was superior magnesium

thermophosphate without cow urine for DML, TDM and RGRSH, being lower for LA. And, compared to conventional treatment (triple superphosphate plus urea) was lower for LA, TDM, DMS, DML, DMR and RRS. Entire plant growth (PC1) increased linearly with doses of cattle manure and magnesium thermophosphate, but cattle manure provided bigger linear increasing. And the competition between DMR and RRS against RGRSD and RGRSH (PC2) decreased according to quadratic model with doses of both fertilizers, reaching minimal value (2.77) with 16.0 g kg^{-1} of cattle manure combined with 574.0 mg kg^{-1} of magnesium thermophosphate. Utilizing canonical correlations it was demonstrated what DMR and DMS were highest with superior availability of potassium and phosphorus in the substrate.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento em plantas é definido como um aumento irreversível de volume. O componente mais expressivo do crescimento vegetal é a expansão celular, especialmente, aquela que ocorre rápida, na região subapical após cessar a divisão celular; enquanto o número de células nem sempre constitui uma medida confiável, embora, na maioria dos casos, as células em divisão, particularmente em meristemas, dupliquem em volume durante seu ciclo celular, contribuindo para o processo (Taiz e Zeiger, 2004). O crescimento é manifestado pelo aumento em área, peso, quantidade e extensão (Hunt, 1990) e decorre da produção de carboidratos na fotossíntese e da absorção de água e de nutrientes. Dessa forma, cerca de 90% da matéria seca das plantas resultam da atividade fotossintética, e o restante, da absorção de nutrientes minerais, que embora quantitativamente de menor expressão, são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal (Benincasa, 1988). Os elementos minerais são componentes de enzimas e pigmentos ou, ainda, ativadores diretos do processo fotossintético, ocorrendo, quase sempre, maiores taxas fotossintéticas com o uso de adubação (Larcher, 2000). Pois, a taxa de crescimento foliar pode ser limitada por baixas taxas de fotossíntese líquida ou insuficiente expansão celular, ou ambas, o que é particularmente evidente com suprimento subótimo de nitrogênio e fósforo (Marschner, 1995).

Devido ao potencial para o crescimento contínuo dos meristemas apicais do caule e da raiz, e de apêndices laterais e ramificações da raiz, algumas plantas continuam crescendo, enquanto os recursos disponíveis permitirem (Meyer et al., 1983; Taiz e Zeiger, 2004). De acordo com Ribeiro et al. (1998), a berinjela é uma planta de hábito de crescimento semi-perene. Em solução nutritiva, a matéria fresca da berinjela, por ocasião do início da frutificação, correspondeu somente a 35% de

seu crescimento máximo, e a massa de matéria seca manteve-se baixa até aos 46 dias de idade, aumentando progressivamente até aos 126 dias (Malavolta et al., 1974). Também em solução nutritiva, com omissão de macronutrientes, o crescimento e desenvolvimento da berinjela foram afetados consideravelmente pela ausência de todos eles, com exceção do enxofre, sendo que a ausência de nitrogênio afetou, principalmente, o crescimento das folhas novas e do caule (Haag e Homa, 1968).

A análise de crescimento permite estudar a influência de práticas agronômicas sobre as plantas, como é o caso do suprimento de nutrientes (Pereira e Machado, 1987). Os índices obtidos na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar, na fonte, e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos, ou drenos, que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados, para crescimento e, ou, diferenciação (Fontes et al., 2005). O crescimento pode ser medido pela determinação da altura, da espessura, do tamanho das folhas (Magalhães, 1979) ou do acúmulo de matéria orgânica, considerando-se a massa das partes secas da planta como folhas, caule, frutos e outros (Fontes et al., 2005) ou da planta toda.

Por outro lado, o interesse pelos sistemas alternativos de produção é crescente. Em tais sistemas, a adubação orgânica constitui prática essencial, além de serem recomendadas fontes de nutrientes não-convencionais, como o termofosfato magnesiano e a urina de vaca. Como ainda escassas as informações sobre o crescimento da berinjela com o uso combinado dessas fontes de nutrientes, realizou-se este trabalho para estudar o efeito de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, associadas à urina de vaca, sobre o processo de crescimento nessa olerícola, em abrigo telado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em abrigo telado, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia. O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela constou de um vaso, com capacidade para 15 dm^3 de substrato, contendo uma planta da cv. Ciça. O substrato foi o horizonte superficial de um solo arenoso, com teor baixo de fósforo e teor médio de matéria orgânica, passado em peneira de 4 mm. Os tratamentos consistiram de nove combinações de doses de esterco bovino (g kg^{-1}) e de termofosfato magnesiano (mg kg^{-1}), respectivamente (4,15-259,0; 4,15-1509,0; 24,15-259,0; 24,15-1509,0; 0,0-884,0; 28,3-884,0; 14,15-0,0; 14,15-1768,0; 14,15-884,0), obtidas a partir de níveis predeterminados da matriz "composto central de Box". Nesta matriz, as doses são não-equidistantes, com o ponto médio do intervalo estudado, para os fatores, correspondendo à combinação 9. Em todas as combinações foi aplicado sulfato de potássio (170 mg kg^{-1}), e realizadas quatro aplicações de 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca (100 ml por litro de H_2O).

Foram adicionados dois tratamentos: termofosfato magnesiano sem urina de vaca e superfosfato triplo com uréia, equivalendo em P_2O_5 e esterco bovino à combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), com a mesma dose anterior de sulfato de potássio. No tratamento com uréia, cada aplicação, totalizando quatro, correspondeu a 0,45 g por vaso.

As mudas, produzidas em bandejas de isopor, foram transplantadas para os vasos com quatro a cinco folhas definitivas. A mistura dos fertilizantes com o solo e o

enchimento dos vasos ocorreram uma semana antes do transplantio das mudas. A umidade foi mantida próximo da capacidade de campo, desde essa ocasião até o encerramento do experimento. Após o transplantio das mudas, as irrigações diárias variaram de 250 ml no início a 500 ml ao final do ciclo. As aplicações de urina de vaca e uréia, em cobertura, foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio. Inicialmente, eram aplicados 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca e água (100 ml por litro de H_2O), diluídos na água de irrigação. Nas duas últimas aplicações, a solução possuía o dobro da concentração inicial de urina de vaca (Gadelha, 2001). Cada aplicação de uréia correspondeu a 0,45 g por vaso, diluída na água de irrigação. Os tratos culturais necessários, como tutoramento das plantas, duas desbrotas, abaixo da primeira bifurcação, e eliminação de raras plântulas espontâneas foram efetuados. O encerramento do experimento ocorreu aos 80 dias após o transplantio.

2.2. Variáveis estudadas

2.2.1. Da parte aérea

A altura caulinar (L) foi medida do colo da planta até a inserção da última folha da haste mais alta, em dois momentos, utilizando-se régua milimetrada. No tempo t1 (20 dias após o transplantio), correspondendo a L1 e no tempo t2 (80 dias após o transplantio), correspondendo a L2. Os valores obtidos foram empregados no cálculo da taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC, em cm/cm dia^{-1}= $\log_n$ L2 – $\log_n$ L1 / t2 – t1), conforme Hunt (1990). O diâmetro caulinar (C) também foi mensurado por ocasião da tomada da altura caulinar, na região de inserção da

primeira folha definitiva, com paquímetro. No tempo t1 (correspondendo a C1) e no tempo t2 (correspondendo a C2) para cálculo da taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC, em cm/cm dia^{-1} = log_n C2 – log_n C1 / t2 – t1).

A área foliar (AF) foi determinada através do método da punção e pesagem de áreas conhecidas da própria folha. Foram tomadas duas folhas, sem o pecíolo, em cada um dos terços da planta (superior, médio e inferior). De cada folha foram retirados quadrados foliares de área conhecida (36 cm^2), que foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de ventilação forçada de ar (65 ^oC) até peso constante. O restante das folhas usadas para retirada dos quadrados e as não usadas, também sem pecíolo, foram acondicionadas em outro saco de papel e levadas à estufa para secagem. A área foliar foi estimada a partir das relações entre a massa de matéria seca dos quadrados (mmsq), área total dos quadrados (soma das áreas de todos os quadrados, aq) e a massa de matéria seca das folhas (MMSF), ou seja, das folhas usadas para retirada dos quadrados, dos quadrados e das não usadas: AF=aq x MMSF/mmsq (Pereira e Machado 1987; Benincasa, 1988). Entre as folhas não usadas encontram-se aquelas que sofreram abscisão durante o ciclo, também submetidas à secagem anteriormente. A área foliar específica (AFE) foi obtida através da divisão da AF pela MMSF.

Após a retirada das folhas de cada planta, o caule (cortado rente ao solo) e hastes, com as demais estruturas remanescentes, foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa (65 ^oC) até peso constante. Os frutos, produzidos em somente sete parcelas, um em cada, foram separados dos pedúnculos, e, separadamente, submetidos à secagem até peso constante. O somatório da massa de matéria seca do caule, pecíolos, flores e pedúnculos, mais a MMSF, constituiu a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA). Nesta, também foi computada a

massa de matéria seca dos pecíolos das folhas que se desprenderam no decorrer do ciclo. E a massa de matéria seca total (MMST) foi calculada pela soma da MMSPA com a massa de matéria seca dos frutos e a massa de matéria seca de raízes (MMSR), esta descrita adiante. A razão de área foliar (RAF) resultou da razão AF / MMST.

2.2.2. Das raízes

Inicialmente, as raízes foram separadas do solo manualmente, quando o solo possuía ainda um mínimo de umidade remanescente. Após secagem, a separação continuou por peneiramento sucessivo em peneiras com abertura de malha de 10 mm, 4 mm e 2 mm. As partículas de solo e de matéria orgânica, aderidas às raízes, foram retiradas por lavagem através de peneira com abertura de malha de 0,4 mm (Hallmark e Barber, 1984; Pederson et al., 2002), e com auxílio de pinça. Em seguida foi determinada a massa de matéria seca de raízes (MMSR), por meio da secagem das mesmas em estufa de ventilação forçada a 65 ^{o}C até peso constante. A relação raiz / parte aérea (RRPA) foi calculada pela divisão da massa de matéria seca de raízes (MMSR) pela massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA).

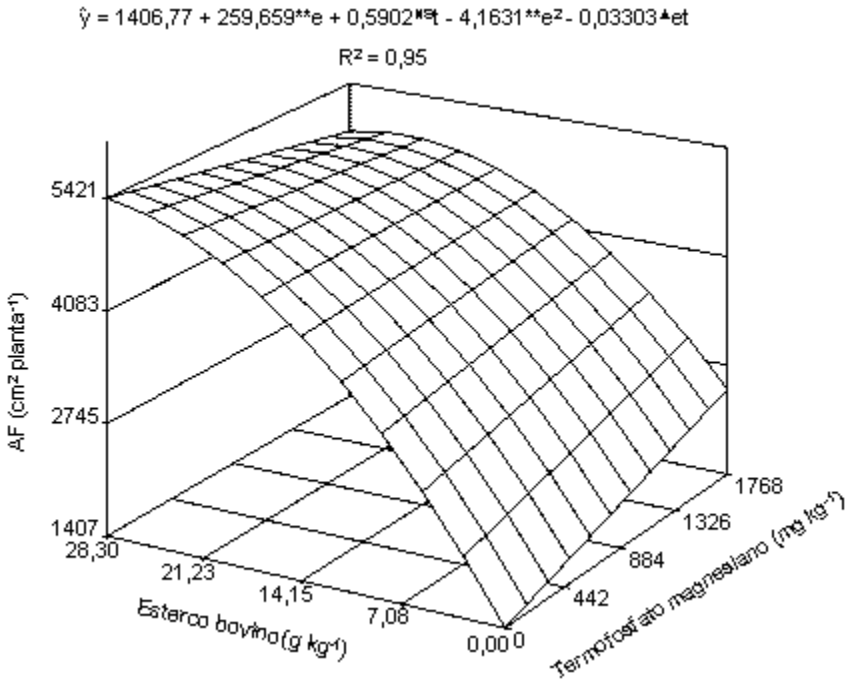
Ao final do experimento, foram retiradas amostras do substrato dos vasos para caracterização química.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Área foliar, massa de matéria seca de folhas e área foliar específica

A área foliar (AF) aumentou, de forma quadrática, com as doses de esterco bovino, mas as doses dos dois fatores interagiram negativamente (Figura 1). Assim, a AF atingiu 5421 cm^2, na dose mais alta de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}), dentro do intervalo estudado, e na ausência de termofosfato magnesiano. Pelo efeito da interação negativa, a AF passou a 4813 cm^2 $planta^{-1}$, nesta mesma dose de esterco bovino, combinada com a dose máxima de termofosfato magnesiano (1768 mg kg^{-1}). O efeito positivo do esterco bovino sobre a área foliar é concordante com os resultados de Silva et al. (1999), que encontraram incremento da área foliar da abóbora em função de doses de composto orgânico. Considerando o efeito isolado do esterco bovino, sua dose de máxima (31 g kg^{-1}) foi praticamente igual à dose mais alta utilizada, portanto, indicando decréscimo a partir dela.

Diminuição da AF pode ocorrer em função de maior crescimento da planta, com desvio de utilização dos nutrientes para outros componentes, em detrimento da expansão foliar, o que, no caso, se torna consistente pelo fato da MMSPA ter tido incremento linear com as doses de esterco bovino, demonstrando maior requerimento desse adubo orgânico. A interação negativa foi, possivelmente, devido ao efeito competitivo de outros nutrientes fornecidos pelo termofosfato magnesiano, ou mesmo, pelos seus efeitos corretivos em modificar o pH, influenciando a mineralização da matéria orgânica e a absorção de nutrientes.



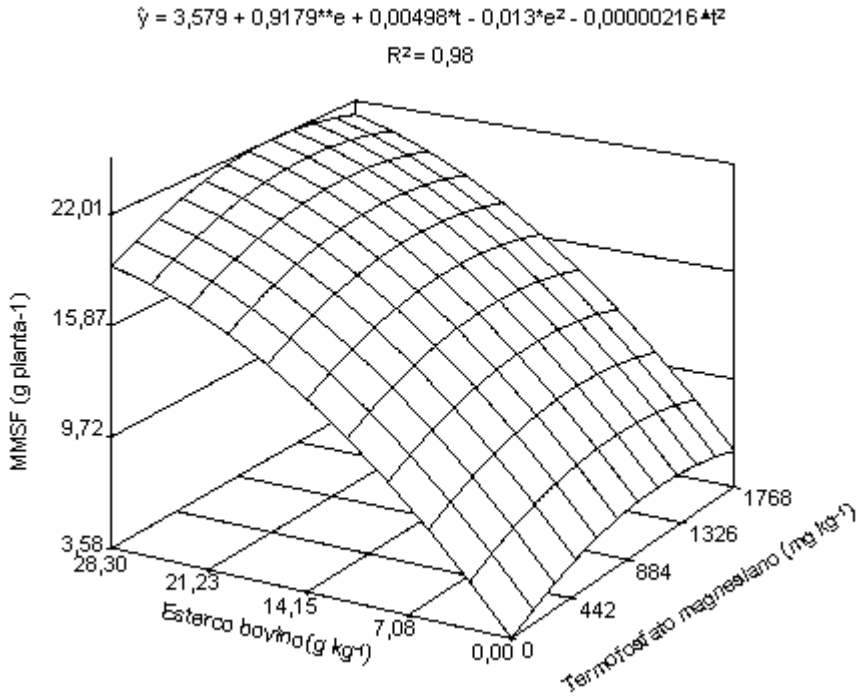
**/▲ Significativo a 1% e 10% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 1. Área foliar (AF) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

A massa de matéria seca de folhas (MMSF) aumentou de forma quadrática com o incremento das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figura 2). A máxima MMSF (22,02 g planta^{-1}) foi obtida pela combinação da maior dose de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}), com a dose de 1153,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano.

Observa-se, entretanto, que o incremento linear promovido pelo esterco bovino na MMSF foi superior ao do termofosfato magnesiano. O adubo orgânico, além de ser fonte de nutrientes, tem efeitos positivos sobre a absorção de frações orgânicas de baixo peso molecular, que agem como reguladores do crescimento e que, também, aumentam a permeabilidade da membrana celular, favorecendo a absorção (Mendonça e Loures, 1995). Particularmente, o esterco bovino é boa fonte de nitrogênio, que conforme Taiz e Zeiger (2004) é o nutriente exigido em maiores quantidades pelas plantas, tendo sido verificado em tomateiro, que para a produção

da mesma quantidade de matéria seca a folha exigiu mais nitrogênio do que o caule (Ronchi et al., 2001). Por outro lado, em diferentes espécies têm sido observados incrementos da matéria seca foliar quando o fornecimento de fósforo é aumentado (Abreu et al., 2002; Rodrigues et al., 2004), o que poderia explicar o efeito do termofosfato magnesiano, pois sendo ele componente essencial de todo organismo vivo, auxilia na definição de quantidade da biomassa produzida, portanto, seu déficit causa diminuição da biomassa (Mapeli et al., 2005).

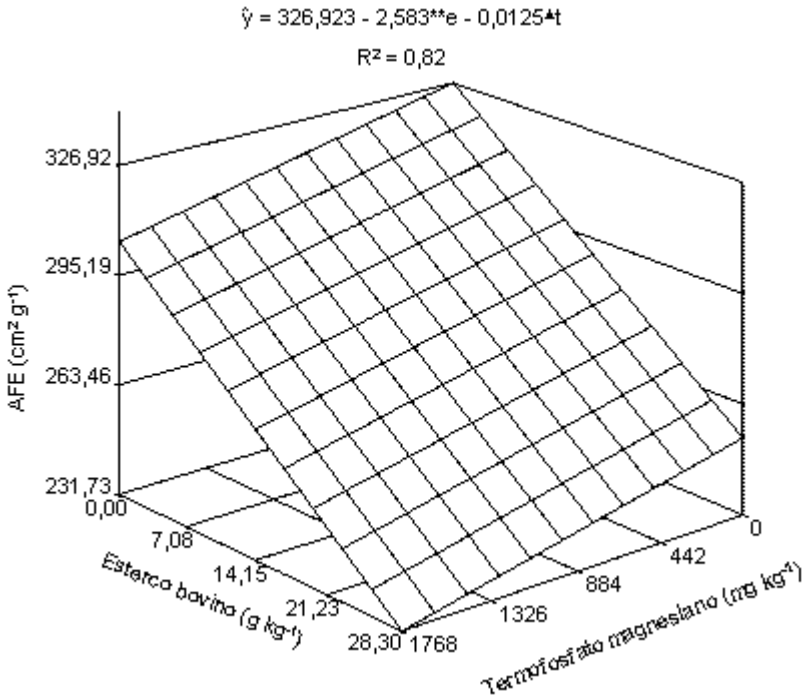


**/*/▲ Significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade pelo teste F; e= esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 2. Massa de matéria seca de folhas (MMSF) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

A área foliar específica (AFE) decresceu linearmente com o aumento das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figura 3), verificando-se o valor mais baixo (231,73 cm^2 g^{-1}) nas doses máximas empregadas. Tanto o esterco bovino, como o termofosfato magnesiano reduziu a proporção relativa entre a superfície assimiladora e a matéria seca da própria folha, seja pela diminuição da

expansão de área foliar ou pelo incremento dos tecidos mecânicos e condutores da folha, que resultam em maior massa de matéria seca de folhas. Como a planta da berinjela tem crescimento continuado, possivelmente as folhas não se expandem às mesmas taxas enquanto o crescimento progride, fenômeno que segundo Scott e Batchelor (1979) promove decréscimo da AFE. Se a massa for considerada como diretamente relacionada ao volume, o inverso de AFE indica a espessura da folha (Fontes et al., 2005).



**/▲ Significativo a 1% e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 3. Área foliar específica (AFE) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

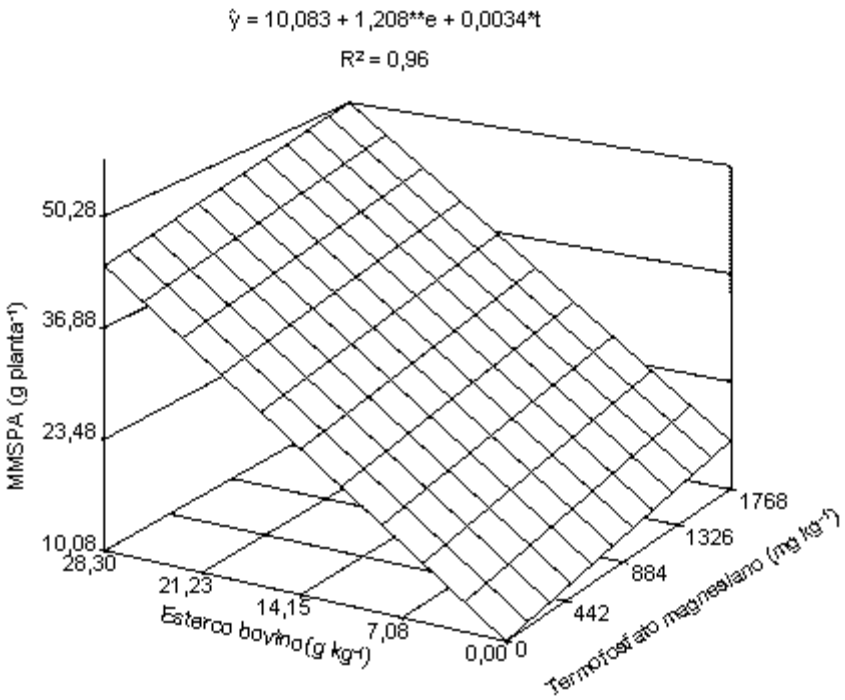
3.2. Massa de matéria seca da parte aérea, massa de matéria seca de raízes e massa de matéria seca total

A massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) aumentou de forma linear, em função das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, tendo o primeiro se destacado quanto ao incremento linear promovido (1,208 g), para cada

unidade acrescentada desses insumos (Figura 4), mostrando a eficiência do esterco bovino para elevar essa característica. Na combinação das doses máximas aplicadas de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, a MMSPA atingiu 50,28 g planta^{-1}. Os efeitos positivos do esterco bovino devem-se ao seu papel como fornecedor de nutrientes, como condicionador do solo e porque a adição de húmus estimula a alimentação mineral das plantas (Kiehl, 1985). Também é possível que esses acréscimos, tiveram a marcante contribuição do nitrogênio e do fósforo fornecidos pelo esterco bovino e termofosfato magnesiano, respectivamente. Isso porque, em solução nutritiva, a omissão de nitrogênio afetou, principalmente, o crescimento das folhas novas e do caule da berinjela (Haag e Homa, 1968), importantes componentes da MMSPA. Além disso, o nitrogênio é o componente principal das proteínas, que participam ativamente na síntese de compostos orgânicos constituintes da estrutura das plantas, sendo, portanto, responsável por atributos ligados ao porte da planta como tamanho das folhas, do colmo e das hastes, fatores intrínsecos na produção de matéria seca. Ferreira et al. (2003) verificaram que a matéria seca da parte aérea do tomateiro teve incremento linear com doses de nitrogênio.

Por outro lado, sob deficiência de fósforo, o crescimento das plantas, em geral, é reduzido (Mengel e Kirkby, 1987), isto ocorrendo preferencialmente na parte aérea do que na raiz (Grant et al., 2001). Em tomateiro, Fontes e Wilcox (1984), constataram que a matéria seca da parte aérea aumentou com o incremento das concentrações de fósforo na solução do solo. O nitrogênio e o fósforo, quando utilizados juntos, interagem positivamente para aumentar o rendimento das plantas, tendo Mapeli et al. (2005) constatado que as massas secas dos capítulos florais da

camomila foram maiores quando o nitrogênio e fósforo foram fornecidos juntos do que isoladamente.

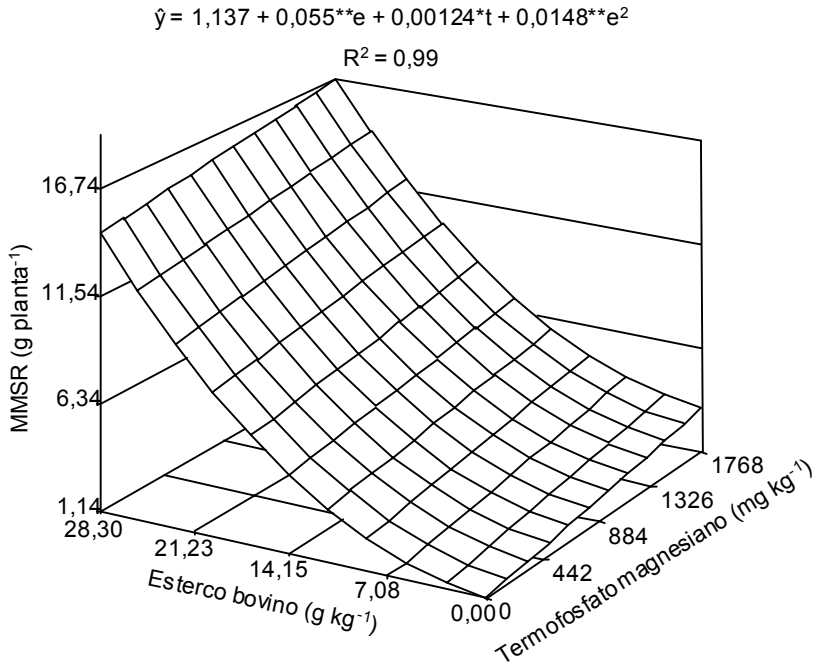


**/* Significativo a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 4. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

Quanto à massa de matéria seca de raízes (MMSR), o efeito das doses foi de natureza quadrática crescente para o esterco bovino e linear crescente para o termofosfato magnesiano (Figura 5). A maior MMSR (16,74 g planta^{-1}) foi obtida pela combinação da dose máxima de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}), com a dose mais elevada de termofosfato magnesinao (1768,0 mg kg^{-1}). No geral, deve ter havido limitação ao crescimento radicular, pelo volume do vaso, pois as raízes da berinjela podem atingir cerca de 1,0 m em profundidade (Ribeiro et al., 1998). Por outro lado, o estímulo ao crescimento radicular, pelos adubos orgânicos, tem sido relacionado ao fornecimento de nutrientes e ao aumento de sua absorção (Mendonça e Loures, 1995), e, também, pela melhoria física do substrato, importantes para o

desenvolvimento radicular, como densidade, porosidade, aeração, capacidade de armazenamento e infiltração de água, entre outras (Bayer e Mielniczuk, 1999). Além disso, pelo fato do esterco bovino fornecer nitrogênio, o nutriente de efeito mais marcante no crescimento de raízes (Marschner, 1995), quando ele incrementa a área foliar, promove maior fotossíntese, favorecendo o crescimento radicular; bem como o fósforo, do qual o termofosfato magnesiano é fonte, possui igual efeito indireto, de forma menos acentuada (Yamada, 2002). Por outro lado, teores muito elevados de fósforo no meio radicular diminuíram a matéria seca de raízes do tomateiro (Fontes e Wilcox, 1984), não sendo observado, entretanto, efeito depreciativo do termofosfato magnesiano, dentro do intervalo estudado, para a berinjela.

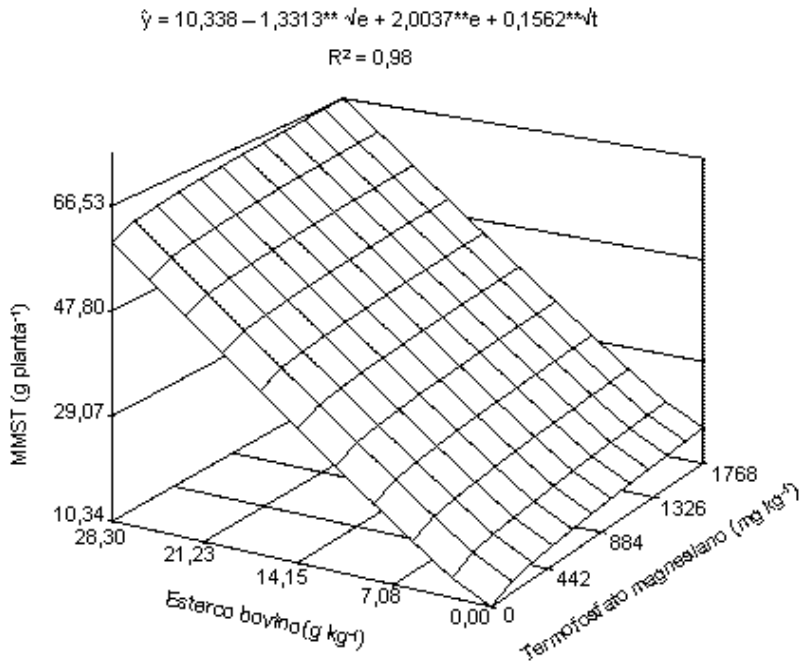


**/* Significativoa 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 5. Massa de matéria seca de raizes (MMSR) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

A massa de matéria seca total (MMST) ajustou-se ao modelo raiz quadrático em função das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figura 6),

assumindo valores crescentes, e atingindo 66,53 g planta^{-1} pela combinação das suas doses máximas. De certa forma, isto resume o comportamento dos componentes dessa característica, MMSPA e MMSR, que incrementaram com as doses de esterco bovino e termofosfato magnesiano.



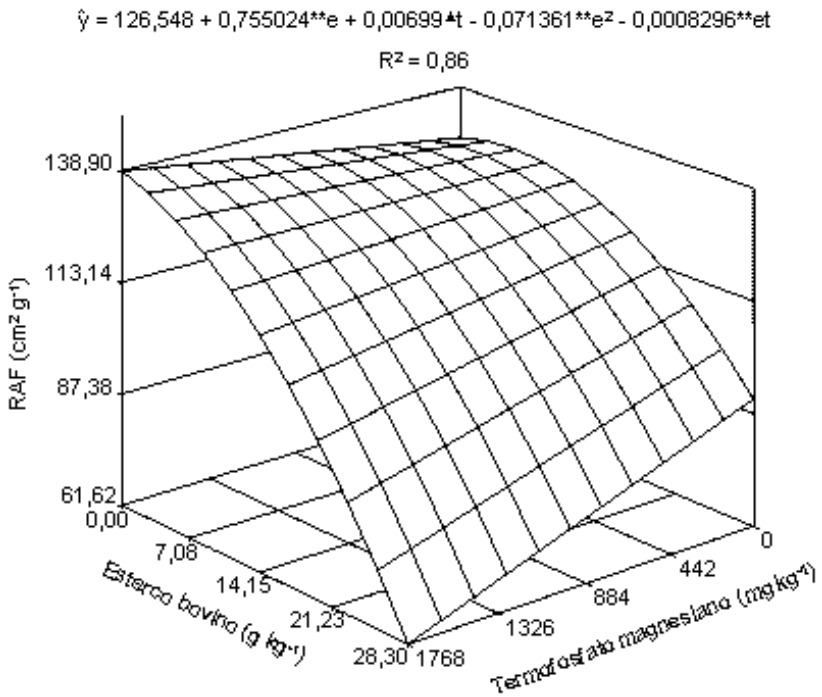
** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 6. Massa de matéria seca total (MMST) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

3.3. Razão de área foliar e relação raiz parte aérea

Para a razão de área foliar (RAF), o modelo de regressão foi quadrático crescente com o aumento de doses de esterco bovino e linear crescente com as doses de termofosfato magnesiano, sendo negativa a interação entre os dois fatores (Figura 7). Assim, o valor máximo da RAF (127,8 cm^2 g^{-1}) ocorreu na dose de 8,4 g kg^{-1} de esterco bovino combinada com a dose zero de termofosfato magnesiano, constatando-se, respectivamente, valor mínimo nas doses máximas utilizadas (28,3 g kg^{-1} e 1768,0 mg kg^{-1}).

Quando a RAF diminui, indica que, progressivamente, a quantidade de assimilados destinados às folhas decresce, permitindo detectar a translocação e a partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca da planta toda (Brighenti et al., 1993), e pode, em conseqüência, ocasionar redução na taxa de crescimento relativo (Fontes et al., 2005). Também, a RAF pode decrescer em função do auto-sombreamento, que promove diminuição de área foliar (Benincasa, 1988). O crescimento vegetativo da berinjela, com bifurcações das hastes, pode ser o responsável por este resultado, pois as folhas a partir da segunda bifurcação tinham menor área, evidenciando que os fotoassimilados foram mais direcionados para a formação das hastes. Isto evidencia também que o fornecimento de nitrogênio foi insuficiente, cuja omissão em solução nutritiva afetou principalmente o crescimento das folhas novas e do caule (Haag e Homa, 1968).

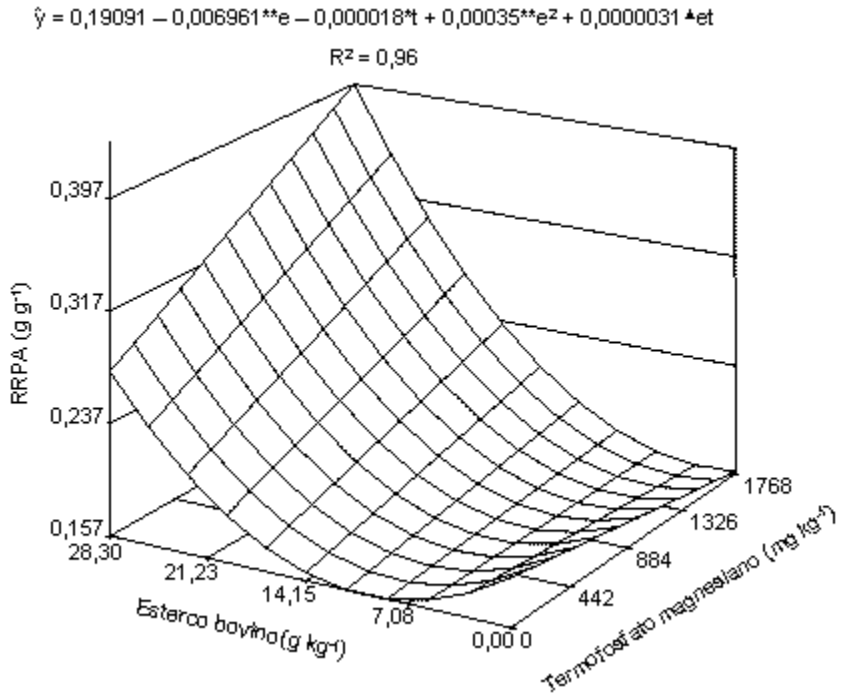


**/▲ Significativo a 1% e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 7. Razão de área foliar (RAF) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

A relação raiz parte aérea (RRPA) decresceu de forma quadrática com as doses de esterco bovino, e de forma linear, com as doses de termofosfato magnesiano (Figura 8). Contudo, a interação positiva indica que os dois fatores juntos podem aumentar essa relação, o que está de acordo com Marschner (1995). As doses que resultaram na RRPA mínima (0,18 g g^{-1}) foram 5,8 g kg^{-1} de esterco bovino e 934,1 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano. A partir dai a RRPA passou a crescer e atingiu 0,398 g g^{-1} nas doses máximas de esterco bovino e termofosfato magnesiano.

O efeito do esterco bovino no incremento da RRPA foi bastante pronunciado a partir da dose de 5,8 g kg^{-1}, concordando com Yamada (2002), onde afirma que as raízes proliferam em ambiente contendo matéria orgânica e outros nutrientes. Contudo, o crescimento de raízes é mais afetado pelo fornecimento de nitrogênio e fósforo, do que pelos demais nutrientes (Marschner, 1995). Como a diminuição do crescimento por deficiência de fósforo, geralmente, é maior na parte aérea do que nas raízes (Grant et al, 2001), isto, possivelmente, explica a maior RRPA, nas doses mais baixas de termofosfato magnesiano. Por outro lado, o suprimento de nitrogênio aumenta tanto o crescimento da parte aérea como das raízes, mas usualmente o efeito é maior na parte aérea diminuindo a RRPA (Marschner, 1995). Isto não ocorreu, para a época de avaliação, levando a pensar que o suprimento desse nutriente pelo esterco bovino não proporcionou o efeito necessário, na parte aérea, para reduzir essa relação.



**/*/▲ Significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 8. Relação raiz parte aérea (RRPA) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

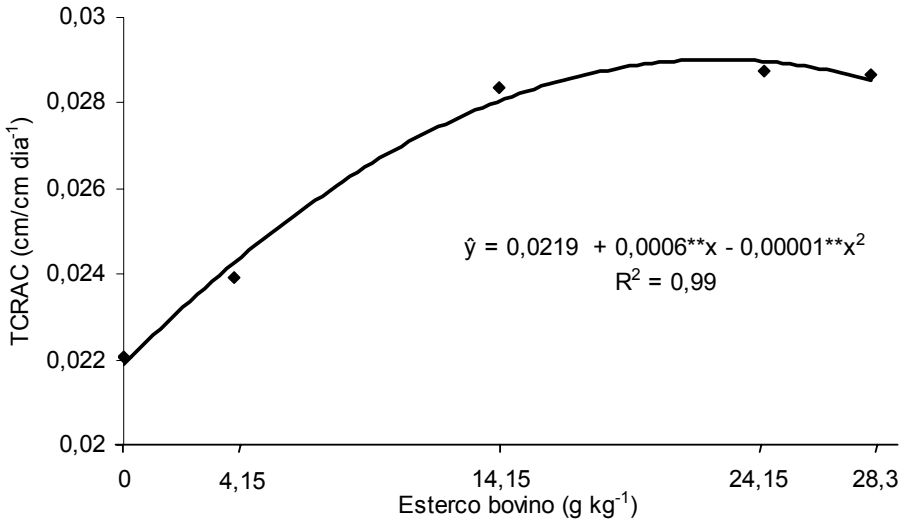
3.4. Taxa de crescimento relativo em altura caulinar e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar

A taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC) foi afetada somente pelo esterco bovino, se adequando a modelo quadrático de crescimento (Figura 9), sendo a dose de 23 g kg^{-1} responsável pela máxima TCRAC (0,029 cm/cm dia^{-1}). O crescimento iniciado pelos meristemas apicais do caule participa no aumento de comprimento do eixo da planta, e para o crescimento contínuo de qualquer meristema é requerido fornecimento relativamente grande de hidratos de carbono e de aminoácidos, que, depois da água, são as duas substâncias mais utilizadas durante o crescimento (Meyer et al., 1983). Portanto, os nutrientes fornecidos pelo esterco bovino e aqueles, já presentes no solo, principalmente o

nitrogênio para formação dos aminoácidos, devem ter sido decisivos no aumento da TCRAC. A elevada exigência de nitrogênio para o crescimento do caule da berinjela (Haag e Homa, 1968) explica, em parte, a ausência de resposta ao termofosfato magnesiano, tendo em vista que esse nutriente foi fornecido pelo esterco bovino. Assim, mesmo sendo o termofosfato magnesiano fonte de boro, de cobre e de zinco, cuja deficiência resulta em internódios curtos na berinjela (Ribeiro et al., 1998), a aparente normalidade dos internódios denota que esses nutrientes, e outros, exigidos no processo de crescimento, foram satisfatoriamente disponibilizados pelo esterco bovino, e pelo solo utilizado como substrato. Além de que, a urina de vaca, aplicada em base, também contribuiu com nitrogênio e boro. Ademais, o esterco bovino melhora o condicionamento do solo, especialmente quanto às propriedades hidrofílicas, contribuindo para minimizar a redução da taxa de alongamento, que pode ocorrer pela menor disponibilidade hídrica (Cayon et al., 1991).

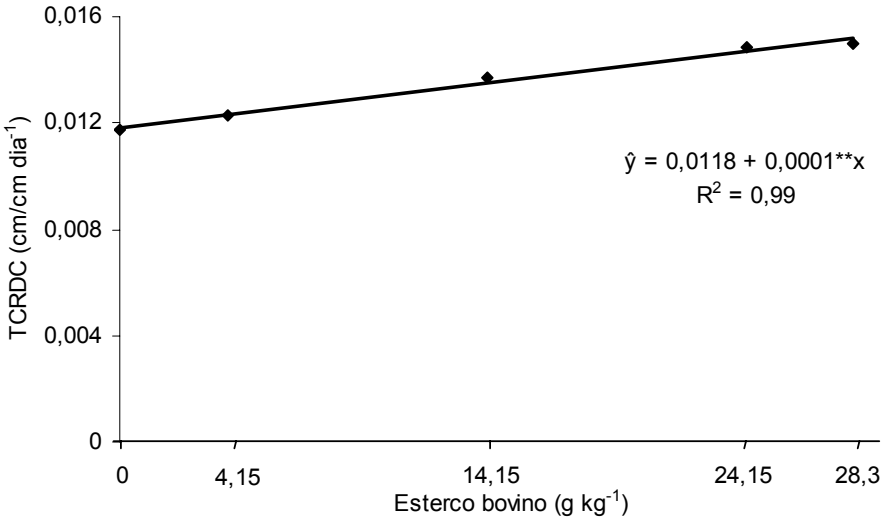
A taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) variou em função das doses de esterco bovino conforme modelo linear crescente (Figura 10), atingindo, na mais alta dose aplicada (28,3 g kg^{-1}), o valor de 0,015 cm/cm dia^{-1}. O crescimento em diâmetro do caule resulta principalmente das atividades de meristemas laterais chamados câmbios, responsáveis pela formação de tecidos secundários das plantas (Meyer et al., 1983). A deficiência de nitrogênio resultou em caule fino de plantas de berinjela (Haag e Homa, 1968), desse modo, pelo fato do esterco bovino possuir quantidade razoável desse nutriente em sua composição, seguramente, deve ter favorecido o aumento da TCRDC. Por outro lado, com o fósforo em deficiência, as plantas tomam forma delgada e comprida (Larcher, 2000), além de que esse nutriente é abundante em qualquer tecido meristemático (Meyer et al., 1983), sendo também constatado que o cálcio e boro interferem no crescimento

em diâmetro do caule (Haag e Homa, 1968). Portanto, esses nutrientes igualmente devem ter sido veiculados e disponibilizados pelo esterco bovino, interferindo positivamente no crescimento em diâmetro do caule.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 9. Taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC) da berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 10. Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) da berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

3.5. Efeito dos tratamentos adicionais para as características de crescimento

Quanto ao contraste termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (Tabela 1) verificou-se significância para MMSF, MMST, AF e TCRAC. As duas primeiras características e a TCRAC tiveram maiores valores no tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca, observando-se que a MMSF, como componente da MMST, foi determinante para o valor superior desta. Já a AF foi maior no termofosfato magnesiano sem urina de vaca, o que guarda coerência com a AFE, que teve maior valor absoluto nessa condição. De acordo com Shand et al. (2002), alguns componentes menores da urina alteram as transformações microbianas do nitrogênio, além de aumentar a volatilização do NH_3 do solo, diminuindo as concentrações de NH_4 na solução do solo, podendo ter diminuído a aquisição desse nutriente, importante para a expansão foliar. Também, o incremento em matéria seca de folhas pode diminuir a expansão de área foliar (Brighenti et al., 1993).

O contraste superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foi significativo para a MMST, MMSPA, MMSF, MMSR, AF e RRPA (Tabela 1), observando-se superioridade da associação superfosfato triplo com uréia sobre o termofosfato magnesiano com urina de vaca, para essas características. Os aumentos registrados corresponderam, respectivamente, a 89,9 %; 68,6 %; 56,5 %; 196,3 %; 91,8 % e 77,8 %. Em termos absolutos, a maior contribuição do tratamento convencional (superfosfato triplo com uréia) sobre o termofosfato magnesiano com urina de vaca, foi para a MMSR, e a menor, para a MMSF, destacando-se também, o incremento percentual da AF. No primeiro caso, o resultado foi determinante para a significância do contraste da RRPA e da MMST.

Possivelmente, o nitrogênio foi decisivo para esses resultados, sendo especialmente importante o favorecimento do crescimento das raízes, fundamental no aumento da absorção de nutrientes pela interceptação radicular (Malavolta, 1980a), além de que a resposta para aplicação de fósforo e potássio é superior com farto suprimento de nitrogênio (Mengel e Kirkby, 1987).

Tabela 1. Médias dos tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para as características relacionadas com o crescimento em berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Características[1]	**Médias**			**ŷ**	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
MMST (g planta^{-1})	38,91	33,29	73,25	-5,62*	34,34**
MMSPA (g planta^{-1})	32,91	27,66	55,48	-5,25^{ns}	22,57**
MMSF (g planta^{-1})	16,71	12,88	26,15	-3,83**	9,44**
MMSR (g planta^{-1})	6,00	5,63	17,78	-0,37^{ns}	11,78**
AF (cm^2)	3584,25	4542,16	6874,50	957,91**	3290,25**
AFE (cm^2 g^{-1})	272,14	279,64	262,50	7,50^{ns}	-9,64^{ns}
RAF (cm^2 g^{-1})	138,04	129,63	124,34	-8,41^{ns}	-13,70^{ns}
RRPA (g g^{-1})	0,18	0,21	0,32	0,03^{ns}	0,14**
TCRAC (cm/cm dia^{-1})	0,0293	0,0272	0,0285	-0,0021**	-0,0008^{ns}
TCRDC(cm/cm dia^{-1})	0,0149	0,0136	0,0143	-0,0013^{ns}	-0,0006^{ns}

**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo, pelo teste F; valores tabelados de F corrigidos pelo teste de Bonferroni.

[1]MMST (Massa de matéria seca (MS) total); MMSPA (Massa de MS da parte aérea); MMSF (Massa de MS de folhas); MMSR (Massa de MS de raízes); AF (Área foliar); AFE (Área foliar específica); RAF (Razão de área foliar); RRPA (Relação raiz parte aérea); TCRAC (Taxa de crescimento relativo em altura caulinar); TCRDC (Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar).

3.6. Análise de componentes principais

A análise de componentes principais foi utilizada para resumir as características de crescimento permitindo identificar dois componentes principais, que representam 85,28 % da variância total das características originais (Tabela 2).

O componente principal 1 (CP1) pode ser interpretado como indicador do crescimento geral da planta, onde os coeficientes constituem as medidas das contribuições multivariadas, que denotam certo equilíbrio das características avaliadas, em concorrer para o crescimento geral, embora com destaque da MMSR (0,2128), AF (0,2085), MMSPA (0,2003) e TCRAC (0,1942).

Pela resposta do CP1 aos dois fatores avaliados, constatou-se que o mesmo cresceu linearmente com o aumento das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figura 11). O maior valor do CP1 foi obtido pela combinação da maior dose de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}) com a dose máxima de termofosfato magnesiano (1768 mg kg^{-1}). O incremento linear promovido pelo esterco bovino, entretanto, foi bem mais acentuado, provavelmente, por ser a berinjela muito exigente em nitrogênio (Malavolta et al., 1974), nutriente fornecido por esse insumo.

O componente principal 2 (CP2) representa competição entre o crescimento do sistema radicular, expresso pela RRPA (0,7809) e MMSR (0,4522), contra a parte aérea, expressa pela TCRAC (-0,5086) e TCRDC (-0,5078), pois essas variáveis apresentaram os maiores coeficientes, porém de sinais contrários. O CP2 respondeu ao esterco bovino e ao termofosfato magnesiano de forma quadrática decrescente, com interação positiva (Figura 12). Nas doses de 16,0 g kg^{-1} de esterco bovino e de 574,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano, o CP2 atingiu o valor

mínimo (2,77), evidenciando o favorecimento do crescimento da parte aérea, tendo o seu valor aumentado a partir dessas doses.

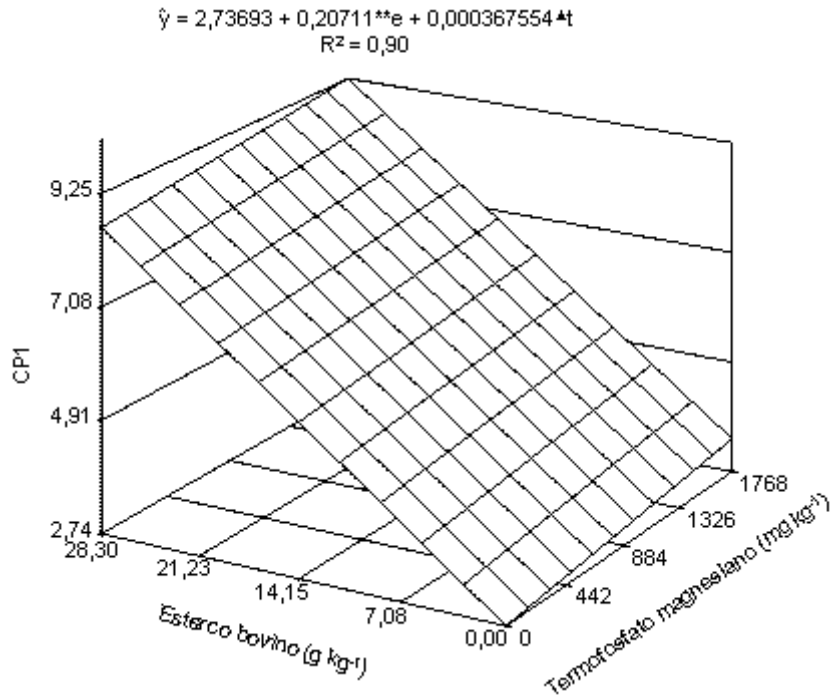
No cultivo em recipientes, o volume de crescimento das raízes, e condições de contorno, é função dos limites físicos do recipiente, pela disponibilidade de água e nutrientes, níveis de salinidade e aeração do substrato (Marouelli et al., 2005). Mesmo sob impedimento físico no ambiente e enovelamento, as raízes continuaram crescendo, isto pode ser atribuído à melhoria do ambiente radicular em termos físicos e químicos pelas doses crescentes dos adubos, resultando em menor estresse para o seu crescimento, principalmente, pelo maior aporte de nutrientes para a produção de matéria seca e melhoria das propriedades hidrofílicas do substrato.

Nas doses mais baixas dos dois insumos, embora ocorrendo competição, ela foi menos intensa e pode ser atribuída à insuficiência de nutrientes para sustentar o crescimento equilibrado, sendo os nutrientes desviados para o crescimento da parte subterrânea em detrimento da TCRAC e TCRDC. Pois, a redução do crescimento por deficiência de fósforo, geralmente, é maior na parte aérea do que nas raízes (Grant et al., 2001), e o suprimento de nitrogênio tem efeito maior na parte aérea (Marschner, 1995), portanto, com suprimento baixo, esta, possivelmente, será a parte primeiramente afetada.

Tabela 2. Autovetores em dois componentes principais (CP1 e CP2), da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa de matéria seca de raízes (MMSR), área foliar (AF), relação raiz parte aérea (RRPA), taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC) e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRDC) da berinjela. Areia, UFPB, 2005.

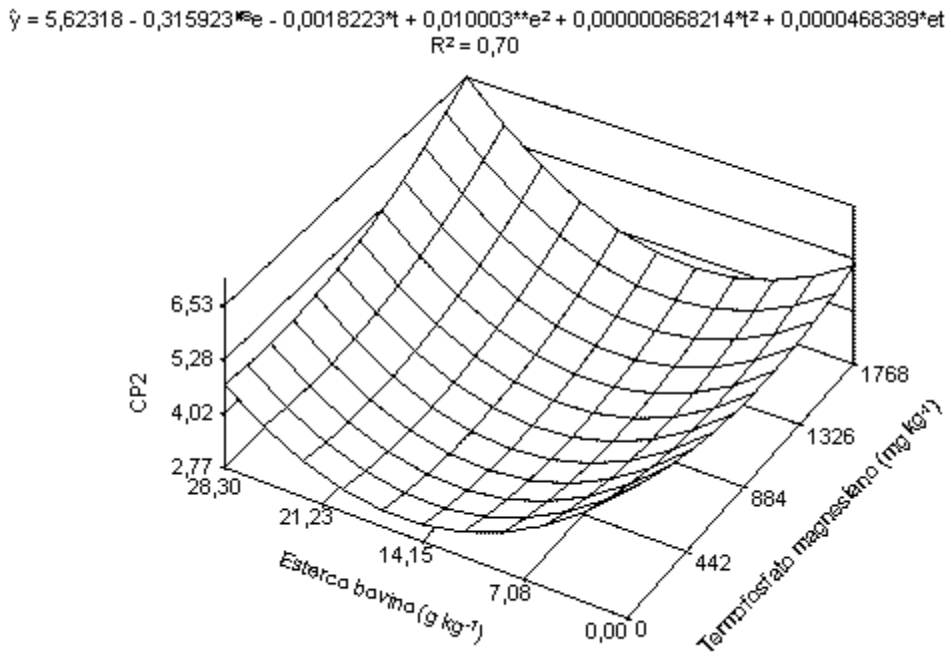
Característica	CP1	CP2
MMSPA	**0,2003**	0,0433
MMSR	**0,2128**	**0,4522**
AF	**0,2085**	-0,3049
RRPA	0,1809	**0,7809**
TCRAC	**0,1942**	**-0,5086**
TCRDC	0,1650	**-0,5078**
λ	4,41	0,70
VA (%)	73,59	85,28

λ = Autovalor da matriz de correlação.
VA = Variância acumulada.



**/▲ Significativo a 1% e 10% de probabilidade, respectivamente pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 11. Componente principal 1 (CP1), relativo às características de crescimento em berinjela, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 12. Componente principal 2 (CP2), relativo a competição entre o sistema radicular e parte aérea de berinjela, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

3.7. Correlações canônicas entre características do crescimento com características do substrato

As correlações canônicas entre as características do crescimento MMSPA, MMSR e AF com as características do substrato (Tabela 3) foram significativas (P<0,01) somente para um par canônico, com elevado valor do coeficiente de correlação (R=0,98). O coeficiente canônico (cc) representa a contribuição conjunta da variável para a função, que é linear, mostrando, não o efeito que a variável poderia ter individualmente, mas a sua influência na presença de outras (Rencher, 1992). Assim, esse par canônico demonstra que a MMSR (cc=0,4306) e MMSPA (cc=0,2961) foram maiores com maior disponibilidade de potássio (cc=0,8975) e

fósforo (0,3566) no solo. O fato de não se observar qualquer correlação com o teor de matéria orgânica do solo, ou seja, com o esterco bovino adicionado, leva a supor que o teor de nitrogênio do solo não teve relação com ele, tendo em vista a importância desse nutriente, na performance dessas características de crescimento, o que pode ser atribuído à dinâmica complexa desse nutriente no solo, que é influenciada por outros fatores (Raij, 1991).

Tabela 3. Correlações canônicas entre características do crescimento em berinjela com características químicas do substrato. Areia, UFPB, 2005.

Características	Par canônico
Características do crescimento[1]	
MMSPA	**0,2961**
MMSR	**0,4306**
AF	0,1134
Características do substrato	
Matéria orgânica	-0,1126
Fósforo	**0,3566**
Potássio	**0,8975**
Cálcio	-0,0987
Magnésio	-0,0587
pH (em $CaCl_2$)	-0,2038
R	0,98
Significância	**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado; R = correlação canônica.
[1] Massa de matéria seca (MS) da parte aérea (MMSPA); massa de MS de raízes (MMSR) e área foliar (AF).

4. CONCLUSÕES

→ A maioria das características do crescimento foi afetada positivamente, de forma mais acentuada, pelo esterco bovino do que pelo termofosfato magnesiano. E o incremento linear do esterco bovino para o crescimento geral da planta (CP1), foi 564 vezes maior, por cada unidade fornecida, que o incremento linear promovido pelo termofosfato magnesiano.

→ A associação termofosfato magnesiano com urina de vaca, comparada ao termofosfato magnesiano sem urina de vaca, foi superior para a massa de matéria seca (MMS) de folhas, MMS total e taxa de crescimento relativo em altura caulinar (TCRAC), e inferior quanto à área foliar. E, comparado ao tratamento convencional (superfosfato triplo com uréia), foi inferior para a MMS total, MMS da parte aérea, MMS de folhas, MMS de raízes e área foliar.

→ A MMSR e MMSPA foram maiores com maior disponibilidade de potássio e fósforo no solo.

CAPÍTULO 2-ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ESTERCO BOVINO E DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO

RESUMO

O estado nutricional de plantas de berinjela foi avaliado em um experimento conduzido em abrigo telado, em delineamento blocos casualizados, com quatro repetições, empregando-se nove combinações de doses de esterco bovino (g kg^{-1}) e de termofosfato magnesiano (mg kg^{-1}), respectivamente (4,15-259,0; 4,15-1509,0; 24,15-259,0; 24,15-1509,0; 0,0-884,0; 28,3-884,0; 14,15-0,0; 14,15-1768,0; 14,15-884,0), obtidas a partir de níveis predeterminados da matriz "composto central de Box". A unidade experimental compreendeu um vaso com uma planta. Foi aplicado sulfato de potássio (170 mg kg^{-1}), e realizadas quatro aplicações de 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca (100 ml por litro de H_2O). Dois tratamentos foram adicionados: termofosfato magnesiano sem urina de vaca e superfosfato triplo com uréia, com doses de P_2O_5 e esterco bovino idênticas da combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), usando a mesma dose anterior de sulfato de potássio. No tratamento com uréia, cada uma das quatro aplicações correspondeu a 0,45 g por vaso. Os teores foliares de N e S incrementaram, conforme modelo quadrático, somente com as doses de esterco bovino, atingindo valor mínimo (21,98 g kg^{-1}) e máximo (3,63 g kg^{-1}), respectivamente, com 5,5 g kg^{-1} e de 16,7 g kg^{-1}. O teor de K foi máximo (36,76 g kg^{-1}) com a dose mais alta de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}) na ausência de termofosfato magnesiano. As doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano interagiram negativamente para os teores de P, Ca e Mg na folha, resultando maiores valores (P = 5,03 g kg^{-1}; Ca = 20,2 g kg^{-1}; e Mg = 7,57 g kg^{-1}), combinando-se 3,0 e 1030,0; 23,0 e 1366,0; 0,0 g kg^{-1} e 1768,0 mg kg^{-1}, respectivamente. O teor mínimo de Cu (2,63 mg kg^{-1}) e de Mn (19,65 mg kg^{-1}) na folha foi com 19,3 g kg e com 8,9 g kg^{-1} de esterco bovino, e não se deu efeito do termofosfato magnesiano. O teor de Fe foi afetado só pelo termofosfato magnesiano, sendo mínimo (18,16 mg kg^{-1}) com 500,0 mg kg^{-1}. O teor de B na folha foi mais elevado (112,0 mg kg^{-1}) com a dose mais alta de termofosfato magnesiano (1768,0

mg kg^{-1}) combinada com 17,6 g kg^{-1} de esterco bovino. O teor de Zn na folha teve menor valor (15,16 mg kg^{-1}) pela combinação das doses mais altas dos dois insumos, devido à interação negativa. Os conteúdos dos micronutrientes na folha-diagnóstico foram afetados pelos adubos de forma similar aos teores, com exceção do ferro. O teor foliar e o conteúdo de Na da folha-diagnostico incrementaram somente com as doses de esterco bovino. O tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca elevou os teores foliares de N, K, Ca e Mn, bem como conteúdo de Cu na folha-diagnóstico, comparado ao termofosfato magnesiano sem urina de vaca. E, foi inferior ao tratamento convencional (superfosfato triplo com uréia) para os teores de N, K, Mn e Na na folha, bem como para os conteúdos de Cu, Fe, Mn e Na na folha-diagnóstico, sendo superior, entretanto, para os teores foliares de B. Utilizando correlações canônicas foi constatado que teores elevados de K e P na folha foram associados com teor elevado de K no substrato, porém com baixo pH no caso do P; teores altos de S na folha estabeleceram relação com teor baixo de P no substrato junto com pH elevado. Em relação aos micronutrientes, elevado conteúdo de Mn na folha-diagnóstico foi associado com teor alto de K no substrato, ao passo que elevado conteúdo de B na folha-diagnóstico foi associado com teor baixo de K no substrato aliado com pH elevado.

ABSTRACT

Eggplant nutritional status as a function of cattle manure and magnesium thermophosphate doses

The nutritional status of eggplant was evaluated in an experiment carried in a greenhouse, in randomized blocks design, with four replications, utilizing nine combinations between cattle manure (g kg^{-1}) and magnesium thermophosphate (mg kg^{-1}) doses (4.15-259.0; 4.15-1509.0; 24.15-259.0; 24.15-1509.0; 0.0-884.0; 28.3-884.0; 14.15-0.0; 14.15-1768.0; 14.15-884.0), respectively, obtained according to predetermined levels of "Box central composite" matrix. The plot consisted of each vase with one plant. It was applied potassium sulphate (170 mg kg^{-1}) and at four occasions 50 mL per vase of cow urine solution (100 mL per liter of H_2O), in topdressing. Two treatments were added: magnesium thermophosphate without cow urine and triple superphosphate plus urea with P_2O_5 and cattle manure doses equal combination 9 (magnesium thermophosphate plus cow urine), using same prior dose of potassium sulphate. In the treatment with urea, each application, totalizing four, was equivalent 0.45 g per vase. Leaf N and S contents increased, according to quadratic model, lonely with cattle manure, reaching minimal (21.98 g kg^{-1}) and maximum (3,63 g kg^{-1}) values, respectively, with 5.5 g kg^{-1} and de 16.7 g kg^{-1}. Leaf K content was maximum (36.76 g kg^{-1}) with highest dose of cattle manure (28.3 g kg^{-1}) without magnesium thermophosphate. Cattle manure and magnesium thermophosphate doses had negative interaction relative leaf P, Ca and Mg contents, resulting higher values (P = 5.03 g kg^{-1}; Ca = 20.2 g kg^{-1}; Mg = 6.82 g kg^{-1}), by combination of 3,0 and 1030,0; 23.0 and 1366.0; zero g kg^{-1} and 1768.0 mg kg^{-1}, respectively. Minimal values of leaf Cu content (2.63 mg kg^{-1}) and leaf Mn content (19.65 mg kg^{-1}) values, respectively, were obtained with 19.3 g kg^{-1} and 8.9 g kg^{-1}, of cattle manure, and there was not effect of magnesium thermophosphate. Leaf Fe content was affected only by magnesium thermophosphate doses, being minimal (18.16 mg kg^{-1}) with 500.0 mg kg^{-1}. The B content was highest (112.0 mg kg^{-1}), by combination of higher magnesium thermophosphate dose (1768.0 mg kg^{-1}) with 17.6 g kg^{-1} of cattle manure. The leaf Zn content was lowest (15.16 mg kg^{-1}) by combination of highest doses of both fertilizers, due to negative interaction. The

amounts accumulated, of each micronutrient, in the dry-matter of diagnostic-leaf was influenced by fertilizers as alike model of respective leaf micronutrient content, except Fe. Leaf Na content and respective total accumulated in diagnostic-leaf increased only with cattle manure doses. Magnesium thermophosphate plus cow urine was superior magnesium thermophosphate without cow urine for leaf N, K, Ca and Mn contents and also for total Cu accumulated in diagnostic-leaf. But was lower in comparison to conventional treatment (triple superphosphate plus urea) for leaf N, K, Mn and Na contents, also for total accumulated of Cu, Fe, Mn and Na in the diagnostic-leaf, being, however, higher for leaf B content. Utilizing canonical correlations it was verified that high leaf K and P contents were associated with high K content in the substrate, but with low pH for P. And also which high leaf S content had relation with low P content in the substrate allied with high pH. Regarding micronutrients, high Mn accumulation in diagnostic-leaf was associated with high K content in the substrate, whereas high B accumulation was associated with low K content in the substrate allied with high pH.

1. INTRODUÇÃO

As plantas necessitam em sua nutrição de uma grande variedade de elementos químicos, os quais são provenientes dos minerais ou do processo de mineralização das substâncias orgânicas (Larcher, 2000). Depois que o contato de um determinado elemento e a superfície da raiz é estabelecido, ocorre sua absorção (Malavolta et al., 1997). A disponibilidade de nutrientes na rizosfera depende, dentre outros fatores, da concentração do nutriente na solução do solo e de seu transporte para a superfície radicular (Oliveira et al., 2004).

A concentração do nutriente na solução do solo é de importância primária para o seu suprimento à raiz (Marschner, 1995). Quando a concentração do nutriente aumenta na solução externa, a absorção cresce rapidamente a princípio, e depois tende a ficar mais ou menos constante em concentrações mais altas, tendendo para um valor máximo assintótico (Malavolta et al., 1997), podendo ocorrer um efeito desfavorável, ou até mesmo tóxico, em concentrações excessivas (Larcher, 2000). Entretanto, a quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas são funções de características intrínsecas do vegetal, como, também, dos fatores externos que condicionam o processo (Granjeiro e Cecílio Filho, 2004). Além disso, o conteúdo e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estádio de desenvolvimento (Marschner, 1995).

A berinjela é a mais eficaz, dentre as solanáceas, em fazer uso dos nutrientes prontamente disponíveis no solo (Hegde, 1997), o que não dispensa a fertilização em solos deficientes em fertilidade. A planta desenvolve-se melhor em solos com saturação de bases em torno de 70% (Ribeiro et al., 1998). Quando o nível do nutriente no substrato é baixo, o sintoma de desnutrição aparece na ordem

nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (Haag e Homa, 1968), sendo a planta mais exigente em nitrogênio e fósforo para crescimento e frutificação, em relação aos demais nutrientes (Malavolta et al., 1974; Swiader e Morse, 1982), porém, Filgueira (2003) afirma que é uma solanácea-fruto exigente também em potássio, nutriente que favorece a obtenção de frutos de melhor qualidade. A planta da berinjela ressente-se também da deficiência de micronutrientes, sendo a produção de frutos prejudicada, principalmente pela deficiência de boro, zinco, cobre e manganês (Ribeiro et al., 1998).

Em se tratando do nitrogênio, após sua absorção, é introduzido como íon livre no vacúolo e incorporado em compostos orgânicos, representados principalmente por aminoácidos e proteínas (Taiz e Zeiger, 2004; Larcher, 2000), e por seu estímulo ao crescimento da parte aérea e de raízes, promove maior absorção de outros nutrientes (Marschner, 1995). Quanto ao fósforo, sua essencialidade à vida vegetal é de natureza estrutural e, também, como constituinte de compostos ricos em energia, principalmente o trifosfato de adenosina-ATP, energia que é empregada em reações e processos diversos (Malavolta, 1980a), contribuindo, através de sua importância na respiração, para o adequado desenvolvimento radicular das plantas, (Raij, 1991), que é importante para a absorção de qualquer nutriente (Yamada, 2002).

Por outro lado, atribui-se aos adubos orgânicos e aos minerais naturais de baixa solubilidade, uma absorção de nutrientes na medida das necessidades das plantas, e aos fertilizantes solúveis, a promoção de desequilíbrio na proporção dos nutrientes dos produtos agrícolas (Bonilla, 1992), em função dos primeiros disponibilizarem os nutrientes mais lentamente do que os adubos minerais solúveis (Bernardi et al., 2002). Dentre os adubos orgânicos, já é do conhecimento geral o efeito benéfico do esterco bovino às plantas cultivadas, inclusive para as hortaliças

(Santos et al., 2001; Oliveira et al., 2001). Também, os termofosfatos magnesianos, rochas moídas tratadas termicamente e com baixa solubilidade, podem apresentar eficiência comparável à dos fosfatos solúveis (Moreira e Malavolta, 2001; Araújo et al., 2003), mesmo em se tratando de plantas de ciclo curto (Novais e Smith, 1999), além de serem insumos permitidos nos sistemas orgânicos. A urina de vaca, igualmente, vem sendo recomendada como fonte de nutrientes na produção orgânica de alimentos (Codex..., 1999), possuindo significativos teores de nitrogênio, potássio e boro (Gadelha, 2001; Shand et al., 2002).

Entretanto, as informações sobre a utilização combinada dessas fontes, especialmente com as hortaliças, são ainda incipientes, e não permitem que sejam recomendadas com segurança. Assim, devido à importância de pesquisas nesse sentido, realizou-se este trabalho que objetivou avaliar o efeito de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, associadas à urina de vaca, sobre a nutrição da berinjela, em condições de abrigo telado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em condições de abrigo telado, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia. O delineamento foi blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela constou de um vaso, com capacidade para 15 dm^3 de substrato, contendo uma planta da cv. Ciça. O substrato correspondeu ao material do horizonte superficial de um solo arenoso, com teor baixo de fósforo e teor médio de matéria orgânica, passado em peneira de 4 mm. Os tratamentos consistiram de nove combinações de doses de esterco bovino (g kg^{-1}) e de termofosfato magnesiano (mg kg^{-1}), respectivamente (4,15-259,0; 4,15-1509,0; 24,15-259,0; 24,15-1509,0; 0,0-884,0; 28,3-884,0; 14,15-0,0; 14,15-1768,0; 14,15-884,0), obtidas a partir de níveis predeterminados da matriz "composto central de Box". Nesta matriz, as doses são não-equidistantes, com o ponto médio do intervalo estudado, para os fatores, correspondendo à combinação 9. Em todas as combinações foi aplicada uma dose básica de sulfato de potássio, e urina de vaca, em cobertura. Também, foram adicionados dois tratamentos: a) superfosfato triplo com uréia, com as doses de P_2O_5 e esterco bovino equivalentes as da combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), sendo cada uma das quatro aplicações de uréia iguais a 0,45 g por vaso; b) que correspondeu ao tratamento 9, porém sem aplicação de urina de vaca ou uréia. Esses tratamentos receberam a mesma dose de sulfato de potássio, aplicada aos demais.

A mistura dos fertilizantes com o solo e o preenchimento dos vasos ocorreram uma semana antes do transplantio das mudas, que na ocasião estavam com quatro

a cinco folhas definitivas. A umidade do substrato foi mantida próximo da capacidade de campo, desde o enchimento dos vasos até o encerramento do experimento. Após o plantio das mudas, as irrigações diárias variaram de 250 ml no início a 500 ml ao final do ensaio. As aplicações de urina de vaca e uréia, em cobertura, foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio. Inicialmente, eram aplicados 50 ml por vaso de uma solução de urina de vaca e água (100 ml por litro de H_2O), diluídos na água de irrigação. Nas duas últimas aplicações, a solução possuía o dobro da concentração inicial de urina de vaca (Gadelha, 2001). Cada aplicação de uréia, do tratamento adicional, correspondeu a 0,5 g por vaso, diluída na água de irrigação. As plantas foram tutoradas, e efetuaram-se duas desbrotas, abaixo da primeira bifurcação e eliminação de raras plântulas espontâneas.

2.2. Variáveis estudadas

Aos 55 dias após o transplantio, os limbos da quarta e da quinta folha, a partir do ápice, foram coletados para diagnose foliar. Para tanto, inicialmente, as duas folhas foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 65 ^{o}C até peso constante, sendo registrada a massa de matéria seca. Por diante, somente para efeito de unidade, ou de referência unitária, esse conjunto foliar será denominado folha-diagnóstico (fd). Posteriormente, o material foliar foi analisado quanto ao teor de macronutrientes e de micronutrientes, conforme Tedesco et al. (1995). Com esses teores e a massa de matéria seca da folha-diagnóstico ($MMSF_d$), através de regra de três, obteve-se o conteúdo, isto é, a quantidade do elemento na biomassa (Malavolta et al., 1997), aqui expresso por mg fd^{-1}.

Por ocasião do encerramento do experimento, aos 80 dias após o transplantio, foram retiradas amostras do substrato dos vasos, de cada repetição, para caracterização química.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

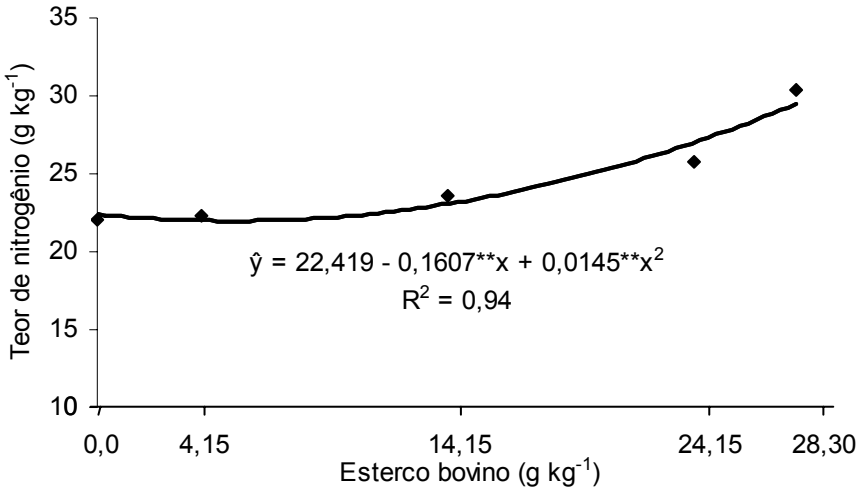
3.1. Teores de macronutrientes na folha

Os teores de nitrogênio na folha variaram, conforme modelo quadrático, em função somente das doses de esterco bovino, e embora apresentando um leve declínio inicial, aumentaram em função destas, na maior parte do intervalo estudado (Figura 1). Esse declínio inicial pode ser decorrente da diminuição da concentração do nutriente no tecido foliar, através de um efeito positivo do esterco bovino favorecendo o crescimento vegetativo, porém não fornecendo nitrogênio suficiente para que o efeito concentração fosse manifestado, como explicitado em Rattin et al. (2002). Nota-se que, mesmo na dose mais alta de esterco bovino (28,3 g kg^{-1}), o teor desse nutriente (29,5 g kg^{-1}) foi inferior ao considerado suficiente (48,2 g kg^{-1}) conforme Malavolta (1987), tendo sido observado, no experimento em geral, em fase adiantada, que as folhas mais velhas amareleciam e se soltavam com facilidade, caracterizando carência de nitrogênio (Pereira e Fontes, 2005), evidenciando que no volume de substrato do vaso a planta não obteve quantidade satisfatória desse nutriente.

Ao considerar que o esterco bovino possui, em geral, relação C/N baixa (<20/1), que, segundo Victoria et al. (1992), favorece a mineralização com liberação de nitrogênio, é possível que parte do nitrogênio ($N\text{-}NO_3^-$) fornecido tenha se perdido por desnitrificação, restringindo, portanto, maior aproveitamento pela planta. Isso porque grande quantidade de raízes foi observada no volume restrito do vaso, o que deve ter elevado sobremaneira a concentração de CO_2, em conseqüência de sua respiração, o que associado com a umidade, próximo da capacidade de campo,

seguramente diminuiu a concentração de oxigênio pela redução do espaço poroso, caracterizando condição de baixa ou parcial aeração.

O ambiente anaeróbico junto com temperaturas elevadas no interior do abrigo telado são condições favoráveis à redução de nitrato para formas gasosas que são perdidas por volatilização (Skopp, 1985; Fageria et al., 1999), podendo, também, ter influenciado negativamente a própria taxa de nitrificação (Taiz e Zeiger, 2004). Além dessa possibilidade, a urina de vaca, que foi aplicada em todas as parcelas, deve ter contribuído para a volatilização desse nutriente, pois, alguns de seus componentes menores, como o ácido hipúrico, podem alterar as transformações microbianas do nitrogênio, além de aumentar a volatilização do NH_3 do solo, diminuindo as concentrações de NH_4 na solução do solo (Shand et al., 2002). Além disso, deve ter contribuído, para o resultado das parcelas em geral, a menor luminosidade facilmente observável no interior do abrigo telado, que reduzindo a taxa fotossintética, indiretamente pode resultar em menor absorção de íons (Meyer et al., 1983).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 1. Teor de nitrogênio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

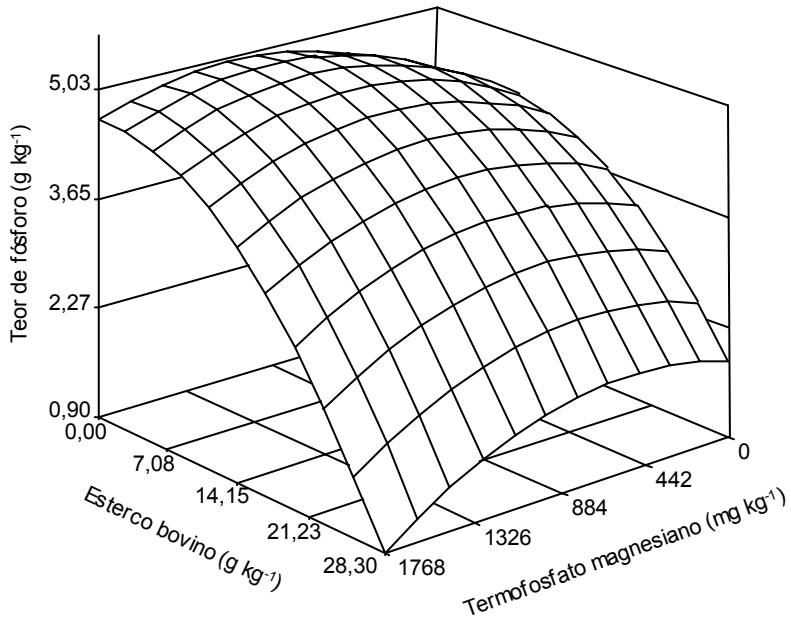
Para os teores de fósforo, a equação de regressão evidencia modelo quadrático crescente, com as doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figura 2). Porém, ao se considerar a maior parte do intervalo estudado, os teores de fósforo na folha decresceram com o aumento das doses de ambos. Assim, o maior teor foliar desse nutriente (5,03 g kg^{-1}) foi obtido pela combinação de 3,0 g kg^{-1} de esterco bovino e 1030,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano, sendo superior ao encontrado (3,6 g kg^{-1}) por Haag e Homa (1968) em folhas novas de plantas de berinjela sadia, cultivada em solução nutritiva completa. Observa-se que o valor da constante da equação de regressão (4,105 g kg^{-1}), já indica um teor superior ao encontrado por esses autores, em que pese análise química inicial do solo ter revelado baixos teores de fósforo (3,67 mg dm^{-3}). Portanto, é possível pensar em efeito concentração, aliado a um adequado fornecimento desse nutriente pela matéria orgânica do solo. Pois, o substrato dos vasos constituído pelos horizontes superficiais do solo, não cultivado há mais de dez anos, denotava boas propriedades e possuía teor médio de matéria orgânica. O substrato das mudas, enriquecido com nutrientes na origem, possivelmente, também contribuiu para esse resultado.

O incremento linear do esterco bovino foi, aproximadamente, 37 vezes maior do que o promovido pelo termofosfato magnesiano, possivelmente, pelo fornecimento do fósforo, associado com o nitrogênio, pois conforme Yamada (2002), esse nutriente contribui para aumentar a absorção de fósforo. Também, embora a Capacidade Máxima de Adsorção de Fósforo (CMAP) de um solo aumente, freqüentemente, com o seu teor de matéria orgânica, a adição de matéria orgânica ao solo, como na forma de esterco de curral, causa efeito contrário, ocasionando, de modo geral, diminuição da adsorção e aumento da disponibilidade de fósforo para as

plantas (Novais e Smyth, 1999). Quanto à interação negativa, deve ser em função da formação de compostos de baixa solubilidade, entre o fósforo e o cálcio, na interdependência do pH (Raij, 1991), pois o termofosfato magnesiano elevou essa característica do solo (Tabela 6). Também, pode ter ocorrido efeito diluição, devido ao fornecimento de nitrogênio pelo esterco bovino.

$\hat{y} = 4{,}105 + 0{,}06013^{**}e + 0{,}00162^{NS}t - 0{,}00493^{**}e^2 - 0{,}000000743^{*}t^2 - 0{,}00003^{\blacktriangle}et$

$R^2 = 0{,}90$



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 2. Teor de fósforo na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

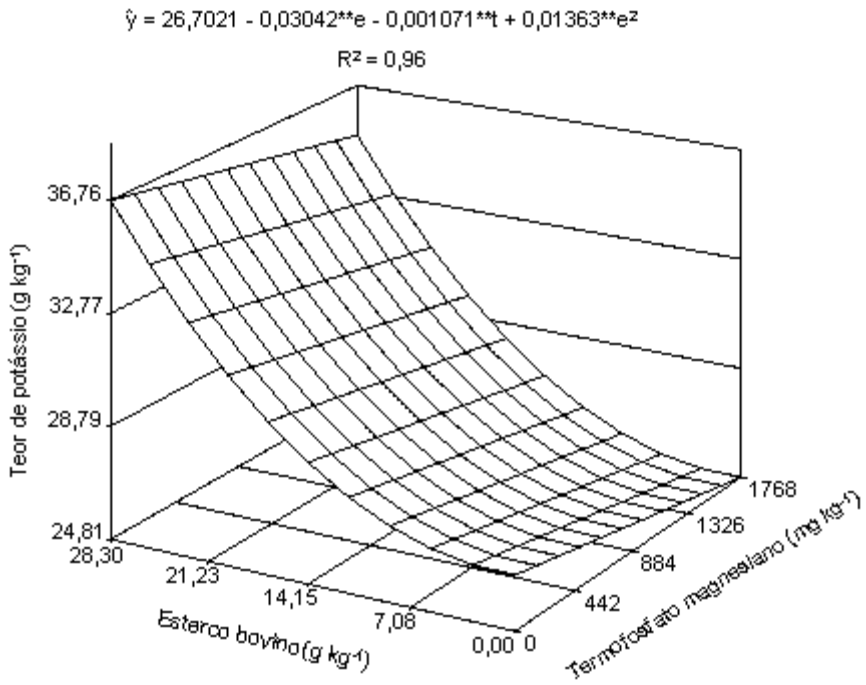
O teor de potássio na folha (Figura 3), dentro do intervalo estudado, aumentou, de forma quadrática, em função das doses de esterco bovino e decresceu, linearmente, com as doses de termofosfato magnesiano. Na combinação das doses mais altas de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, apesar do aumento com as doses de ambos os insumos, o teor desse nutriente na folha (34,87 g kg^{-1}) foi inferior ao considerado suficiente (40,9 g kg^{-1}) por Malavolta (1987), o

mesmo ocorrendo para o teor de potássio na folha (36,76 g kg^{-1}) na dose mais elevada esterco bovino, quando se considera, isoladamente, o efeito desse insumo. Isto é importante porque o esterco bovino é considerado fonte de potássio (Rodrigues e Casali, 1998), e houve fornecimento de uma dose básica desse nutriente como sulfato de potássio, levando à suposição de deficiência oculta generalizada, pois esse nutriente se dirige de folhas velhas para as mais novas, e esse processo não deve ter sido eficaz em aumentar os teores.

O aumento da concentração de potássio na folha, com o aumento das doses de esterco bovino, apresentou comportamento similar ao do nitrogênio (Figura 1). É sabido que a magnitude das respostas das culturas ao potássio aplicado, podem ser influenciadas pela quantidade de nitrogênio disponível às plantas (Mengel e Kirkby, 1987). Nesse sentido, o comportamento similar para os teores dos dois nutrientes, possivelmente, seja resposta da ação do potássio no transporte ascendente do nitrato das raízes para a parte aérea, via xilema, e no transporte descendente do malato, via floema, para as raízes, onde é descarboxilado para piruvato e HCO_3^-, sendo este último substituído por nitrato (Marschner, 1995). Como Haag e Homa (1968) verificaram que a omissão de potássio afetou sensivelmente o crescimento das folhas novas e dos frutos, isto sugere que a berinjela requeira teores elevados desse nutriente no solo, para atender seu crescimento contínuo e para frutificação. Neste último caso, pelo fato do potássio intensificar o armazenamento de solutos do floema para os frutos (Granjeiro e Cecílio Filho, 2004b).

Quanto ao decréscimo do teor foliar de potássio, com o aumento das doses de termofosfato magnesiano, provavelmente, se deu por inibição competitiva do Ca^{2+} e Mg^{2+}, fornecidos por esse adubo, promovendo menor absorção de K^+ (Tisdale et

al., 1985), o que, de certa forma, demonstra a pronta solubilização do termofosfato magnesiano.



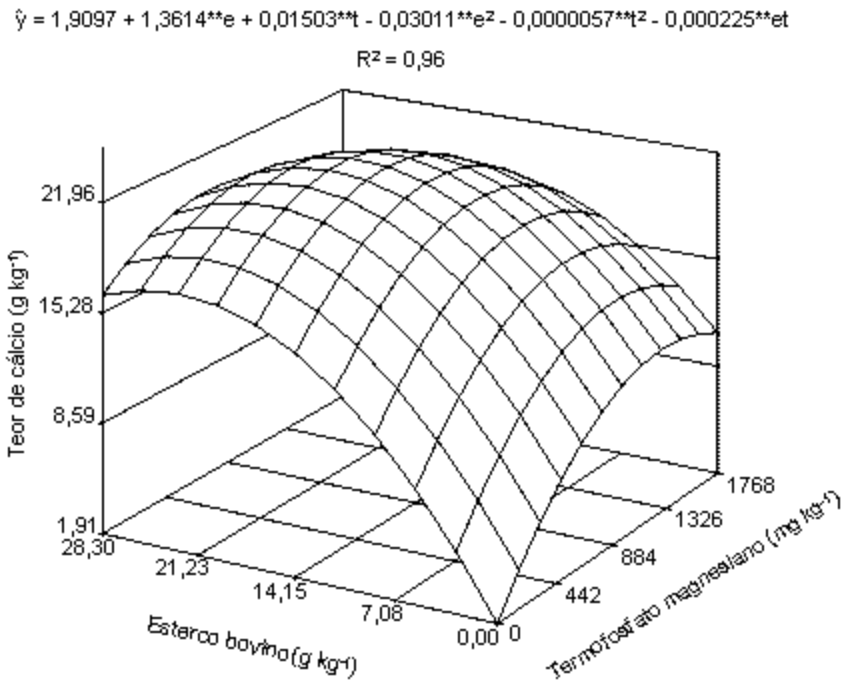
** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 3. Teor de potássio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

Pela superfície de resposta, os teores de cálcio na folha ajustaram-se significativamente ao modelo quadrático, tanto para a adição do esterco bovino como para o termofosfato magnesiano (Figura 4). O teor máximo (20,2 g kg^{-1}) foi atingido pela combinação de 23,0 g kg^{-1} de esterco bovino com 1366,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano, sendo inferior ao considerado suficiente (22,7 g kg^{-1}) por Malavolta (1987), porém, bastante, próximo. A interação negativa deve ter ocorrido, possivelmente, pelo efeito das doses mais elevadas de esterco bovino, junto com a umidade do substrato próxima da capacidade de campo, em diminuir a aeração do meio, e inibindo, assim, o crescimento das raízes (Marschner, 1995), pois a absorção desse nutriente é quase que restrita à região apical da raiz, aquela sem

endoderme suberizada (Mengel e Kirkby, 1987), sendo que a barreira física imposta pelo contorno do vaso, também, pode ter sido prejudicial a essa região, por restringir o crescimento radicular.

O solo, inicialmente, tinha teores médios de cálcio, que também estava presente no esterco bovino, o que pode explicar o maior incremento linear pelas doses desse adubo orgânico, além de que a adsorção aos colóides orgânicos oportuniza maior equilíbrio com o cálcio da solução (Mengel e Kirkby, 1987). Também, é sugerido, que o cálcio combinou-se, com fósforo do próprio termofosfato magnesiano, à medida da elevação das doses de termofosfato magnesiano, formando fosfato tricálcico ($3Ca^{2+} + 2H_2PO_4 \rightleftarrows Ca_3(PO_4)_2$), produto "insolúvel" de menor disponibilidade para as plantas, que se torna mais insolúvel à medida do aumento do pH do meio (Novais et al., 1995).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

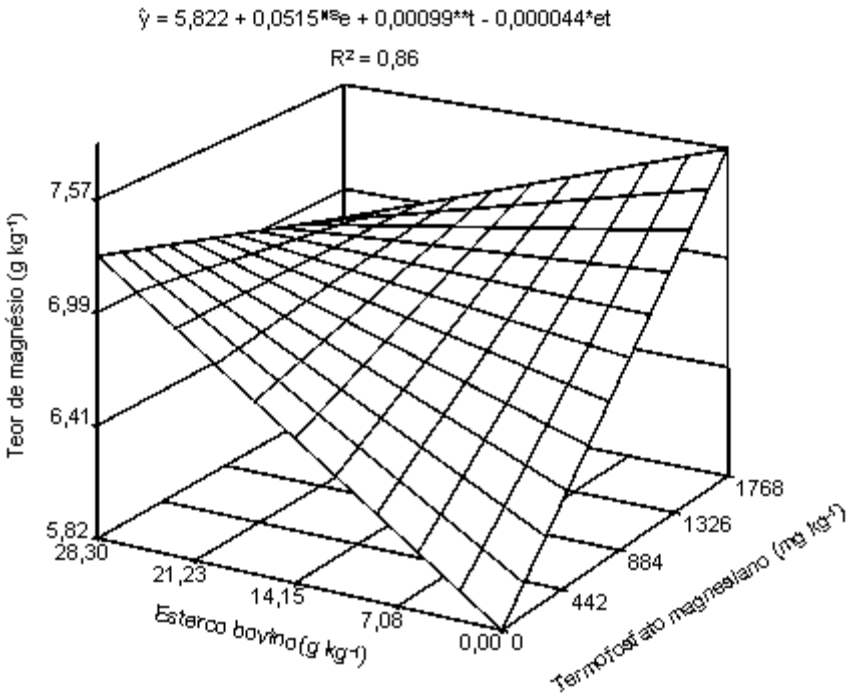
Figura 4. Teor de cálcio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

O teor de magnésio na folha cresceu, linearmente, com o aumento das doses de termofosfato magnesiano, não sendo significativo o efeito linear do esterco bovino, ocorrendo, entretanto, interação negativa entre os dois fatores (Figura 5). Na ausência de esterco bovino, o teor de magnésio na folha atingiu 7,57 g kg^{-1}, e foi bastante superior ao teor considerado adequado em folhas novas (0,7 g kg^{-1}), segundo Haag e Homa (1968) e Malavolta (1987). Esse teor elevado reflete o nível alto de magnésio no solo, originalmente, somado às adições pelo termofosfato magnesiano, levando a uma aquisição maior desse nutriente. Por outro lado, o limiar para ocorrência de deficiência é ao redor de 2,0 mg kg^{-1}, e no tomateiro verificaram-se sintomas de deficiência em folhas, quando o magnésio caiu abaixo de 3,0 mg kg^{-1} (Mengel e Kirkby, 1987), portanto, deixando dúvidas quanto ao teor adequado em berinjela.

Em relação à interação negativa entre os dois fatores, o esterco bovino depreciou o acréscimo promovido no teor de magnésio foliar pelo termofosfato magnesiano, o que pode ter ocorrido em função de desequilíbrio nas relações com os cátions monovalentes. Este resultado guarda semelhança com o obtido por Rodrigues e Casali (1998), que constataram menor concentração foliar de magnésio na alface cultivada com composto orgânico, do que com adubo mineral, mesmo tendo o primeiro proporcionado um teor trocável médio no substrato quatro vezes maior do que o substrato com adubo mineral, o que foi atribuído ao prejuízo da absorção desse nutriente, pela alta disponibilidade dos cátions K^+ e Na^+.Também, na parte aérea de mudas de *Eucalyptus grandis*, Trindade et al (2001) verificaram que os valores de K/Mg aumentaram com as doses de composto orgânico.

No solo arenoso utilizado, o esterco bovino seguramente melhorou suas propriedades hidrofílicas, devendo ter melhorado a atividade dos íons em solução,

oportunizando, mais efetivamente, a manifestação dos efeitos de inibição competitiva daqueles que se encontravam em maior atividade na solução. Nessa condição, é possível que o próprio cálcio, fornecido pelo termofosfato magnesiano, tenha participado do processo inibitório, pois a mineralização da matéria orgânica, pode afetar positivamente a liberação do cálcio trocável dos colóides do substrato, através da troca com o H^+ gerado durante a nitrificação (Mengel e Kirkby, 1987). Contudo, a interação negativa não decresceu demasiadamente o teor foliar desse macronutriente, tendo em vista que a diferença em relação ao teor do termofosfato magnesiano, isoladamente, foi somente de 0,75 g kg^{-1}.



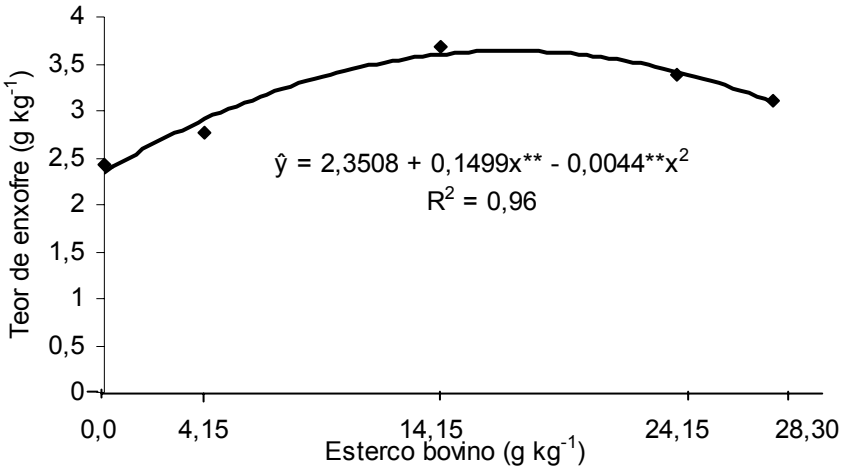
**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 5. Teor de magnésio na folha de berinjela em função de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

O teor de enxofre na folha aumentou conforme o modelo quadrático (Figura 6), tendo o valor máximo (3,63 g kg^{-1}) ocorrido na dose de 16,7 g kg^{-1} de esterco bovino, sendo superior ao mencionado como adequado (2,0 g kg^{-1}) por Malavolta

(1987). Esse resultado reflete o fato da matéria orgânica ser a principal fonte de enxofre, que é liberado durante a sua decomposição (Tisdale et al., 1985), além de que o sulfato de potássio aplicado em lastro deve ter somado enxofre às quantidades fornecidas pelo esterco bovino, pois no caso desse experimento não se cogita, como ocorre em condições de campo, a lixiviação de sulfato, com as raízes explorando o volume total disponível do substrato do vaso. As plantas são, praticamente, insensíveis a concentrações elevadas de sulfato no meio nutritivo, com danos somente quando são da ordem das observadas em solos salinos (Mengel e Kirkby, 1987). Portanto, esse teor maior não oferece prejuízo ao crescimento da berinjela, e pode vir a ocorrer em maiores valores, pois de acordo com Furtini Neto et al. (2000) as raízes não possuem um mecanismo eficiente para evitar a sua absorção excessiva, que ocorre, na forma oxidada (SO_4^{2-}), sendo, porém, um processo ativo, pois ocorre contra um gradiente eletroquímico (Mengel e Kirkby, 1987).

No solo arenoso utilizado, a matéria orgânica deve ter contribuído, também, com a melhoria das propriedades hidrofílicas, favorecendo o contato do SO_4^{2-} com a raiz, que se faz, principalmente, por fluxo de massa (Malavolta, 1980b). Pelo fato de não ter ocorrido interação com o termofosfato magnesiano, demonstra que um possível efeito competitivo com o fósforo não se deu, devendo ter contribuído para isto, o efeito corretivo desse adubo, que ao elevar o pH do substrato diminuiu a adsorção do SO_4^{2-} (Raij, 1991), reduzindo a importância da competição com o fósforo.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 6. Teor de enxofre na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

3.2. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de macronutrientes na folha

Os contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca e superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foram estudados para os teores de macronutrientes na folha (Tabela 1). Para o primeiro contraste, a presença de urina de vaca aumentou os teores foliares de nitrogênio, potássio e cálcio. No caso dos dois primeiros, esse resultado seria natural porque a urina de vaca contém, em quantidades razoáveis, esses nutrientes. Entretanto, quando se recorre aos conteúdos desses macronutrientes na folha-diagnóstico, a estimativa desse contraste (N = -0,004 mg fd^{-1}; K = -0,002mg fd^{-1}) não foi significativa. Portanto, o efeito mais provável é de concentração.

Para o cálcio, entretanto, a análise química da urina não revelou teores expressivos, porém a estimativa do contraste para o conteúdo foi significativa (Ca = 0,01 mg fd^{-1}). Como a translocação de cálcio para os ápices dos ramos das plantas, em função de sua baixa transpiração, é induzida pelo ácido indol acético, AIA (Mengel e Kirkby, 1987), e como ele é um dos componentes menores da urina de vaca, é possível que tenha afetado positivamente a transferência de cálcio para as folhas novas. O efeito, também, pode ter sido sobre o crescimento de novas raízes, importantes para a absorção desse macronutriente, pois, o AIA é componente de produtos para favorecer o enraizamento.

Quanto ao contraste superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca, somente os teores de nitrogênio e de potássio foram mais elevados, em favor do primeiro. A uréia pode ser a responsável pelo maior teor de nitrogênio, e, também, pelo de potássio, tendo em vista que com o aumento da absorção de nitrogênio as taxas de absorção desse nutriente devem ter aumentado, pelo fato do K^+ ser o íon acompanhante do NO_3^-, no transporte a longa distância no xilema e para armazenamento no vacúolo (Marschner, 1995). Também, era de se esperar um maior teor de fósforo com o superfosfato triplo, mas esse resultado é concordante com outras evidências de que os termofosfatos são tão eficientes quanto os fosfatos solúveis em disponibilizar fósforo (Casanova, 1995; Moreira e Malavolta, 2001).

Tabela 1. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV relativas ao teor foliar de macronutrientes em berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Macronutriente	Médias			ŷ	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
	----------g kg^{-1}----------				
Nitrogênio	22,76	20,10	27,87	-2,66*	5,11**
Fósforo	4,44	4,14	4,08	$-0,30^{ns}$	$-0,36^{ns}$
Potássio	27,66	25,48	32,88	-2,18**	5,22**
Cálcio	21,18	15,30	21,66	-5,88**	$0,48^{ns}$
Magnésio	7,10	6,43	6,39	$-0,67^{ns}$	$-0,71^{ns}$
Enxofre	3,63	3,67	3,30	$0,44^{ns}$	$-0,33^{ns}$

**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns}não significativo pelo teste F; valores tabelados de F corrigidos pelo teste de Bonferroni.

3.3. Correlações canônicas entre teores de macronutrientes na folha com as características químicas do substrato

As correlações canônicas entre os teores de macronutrientes na folha e as características do substrato dos vasos foram elevadas e significativas em três pares canônicos (Tabela 2). Vê-se no primeiro par canônico, que os coeficientes canônicos (cc), elevados e positivos para o teor de potássio na folha (cc=0,4723) e potássio no substrato (cc=0,9178), indicam correlação positiva entre essas características, e mostram que o teor de potássio foi maior com maior teor de potássio no substrato. Também que o teor de fósforo na folha (cc=-0,4545) foi menor com maior teor de

potássio no substrato (cc=0,9178), possivelmente, porque nessa condição mais cálcio permaneceu no meio para complexar o fósforo.

Esta situação é, também, expressa no segundo par canônico, onde se constata que o fósforo foliar foi maior (cc=0,5025) com mais potássio no solo (cc=0,5521) e menor pH (cc=-0,7330), isto é, quando menos termofosfato magnesiano estava presente, havendo, portanto, menos cálcio, bem como o potássio foliar foi maior (cc=0,6945) com mais potássio no solo.

O terceiro par canônico denota que o teor de enxofre na folha foi maior (cc=0,4248) com menos fósforo no solo (cc=-0,5107) e maior pH (cc=0,5731). Segundo Malavolta (1980a), existe paralelismo na absorção de enxofre e fósforo, e que as plantas necessitam deles em quantidades bem próximas, e esse resultado denota que muito fósforo no solo diminuiu a aquisição de enxofre. Contudo, o conhecimento da dinâmica e da disponibilidade desse nutriente ainda é insuficiente (Gomes et al., 2000), deixando dúvidas nesse caso porque estão envolvidas fontes mineral e orgânica do mesmo.

Tabela 2. Correlações canônicas e pares canônicos entre teores de macronutrientes na folha de berinjela com as características químicas do substrato. Areia, UFPB, 2005.

Características	Par canônico		
	Primeiro	**Segundo**	**Terceiro**
Teores de macronutrientes			
Nitrogênio	0,0170	0,1153	-0,0793
Fósforo	**-0,4545**	**0,5025**	0,009
Potássio	**0,4723**	**0,6945**	0,1113
Cálcio	0,0213	-0,3356	-0,3160
Magnésio	-0,0895	-0,1073	-0,1760
Enxofre	0,3139	-0,0801	**0,4248**
Características do substrato			
Matéria orgânica	0,02701	0,1665	0,0690
Fósforo	-0,01518	-0,1023	**-0,51073**
Potássio	**0,9178**	**0,5521**	-0,2954
Cálcio	-0,0113	-0,2482	0,4650
Magnésio	-0,1654	0,2410	-0,3201
pH (em $CaCl_2$)	0,3261	**-0,7330**	**0,5731**
R	0,98	0,88	0,79
Significância	**	**	**

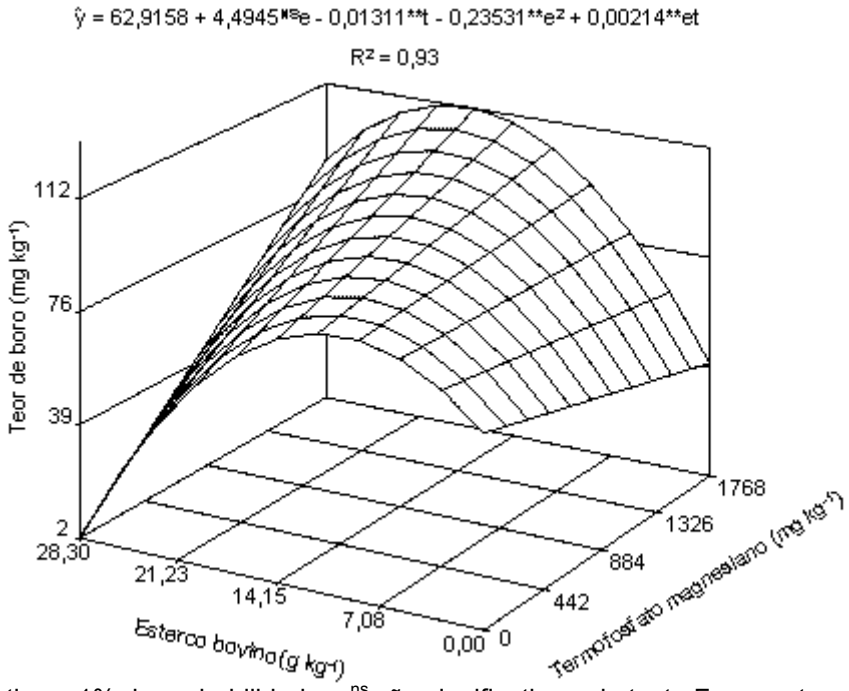
** Significativo (P<0,01) pelo teste de qui-quadrado; MS = matéria seca; R = correlação canônica.

3.4. Teores de micronutrientes na folha e conteúdos na folha-diagnóstico

O teor de boro na folha e o seu conteúdo aumentaram de forma quadrática com o esterco bovino e decresceram linearmente com o termofosfato magnesiano, sendo positiva a interação entre os dois fatores (Figuras 7a e 7b). O esterco bovino, isoladamente, na dose de máxima (9,6 g kg^{-1}) resultou 84,4 mg kg^{-1} de boro na folha. Entretanto, através da interação positiva, o termofosfato magnesiano potencializou o efeito do esterco bovino, de modo que, na mais alta dose de termofosfato magnesiano (1768,0 mg kg^{-1}), o teor estava mais elevado (112,0 mg kg^{-1}), porém, a

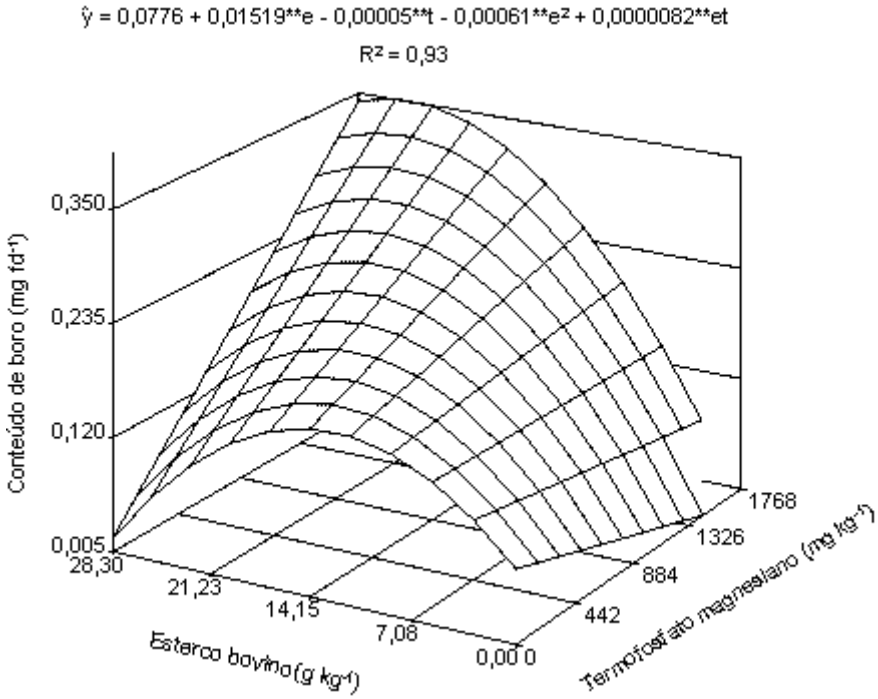
dose de esterco bovino, igualmente, se elevou (17,6 g kg^{-1}), para que esse teor fosse atingido. Da mesma forma, para o conteúdo de boro, quando a dose de máxima do esterco bovino (12,5 g kg-1), foi combinada com a maior dose de termofosfato magnesiano, o conteúdo atingiu 0,264 mg fd^{-1}, e igualmente como ocorrido com o teor, o termofosfato magnesiano elevou a dose de esterco bovino (24,3 g kg^{-1}) relativa ao maior conteúdo (0,350 mg fd^{-1}). A adsorção de boro pelo solo aumenta com o aumento do pH e com altas concentrações de potássio (Dantas, 1991), sendo que o termofosfato magnesiano pode promover o primeiro efeito, o que poderia explicar o decréscimo do teor desse micronutriente à medida do aumento do seu fornecimento. Como o esterco bovino, nas doses mais elevadas, aumentaria o potássio do solo, assim, é possível, no último caso, um efeito atenuador do cálcio e magnésio do termofosfato magnesiano sobre o potássio, permitindo aumento do boro foliar.

São encontradas variações de 10 a 100 mg kg^{-1} para o teor de boro na matéria seca de folhas das plantas (Dechen et al., 1991), enquanto os teores, aqui observados, estão na faixa dos níveis de suficiência (20 a 100 mg kg^{-1}) e abaixo limiar de toxidez (> 200 mg kg^{-1}) em tomateiro (Bataglia, 1991). Contudo, Mello et al. (2002) não registraram diferenças significativas para o teor de boro em folhas de pimentão cultivado com doses crescentes de boro em solução nutritiva, sendo obtido um teor médio (60,5 mg kg^{-1}), o que foi atribuído à semi-tolerância dessa espécie ao excesso de boro no meio nutritivo pois não houve prejuízo produtivo relacionado com toxidez. Por outro lado, como a faixa de suficiência, acima referida, para o tomateiro é bastante elástica, seriam recomendáveis maiores estudos sobre esse micronutriente para a berinjela, pois ele é muito exigido tanto na fase de crescimento vegetativo como na fase reprodutiva dessa espécie.



** Significativo a 1% de probabilidade e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 7a. Teor de boro na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

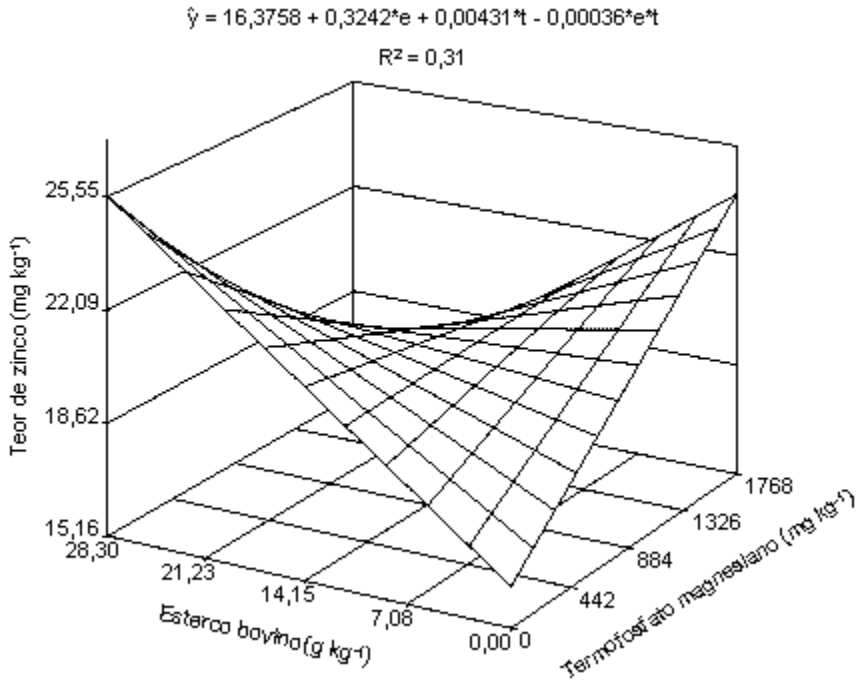


** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 7b. Conteúdo de boro na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

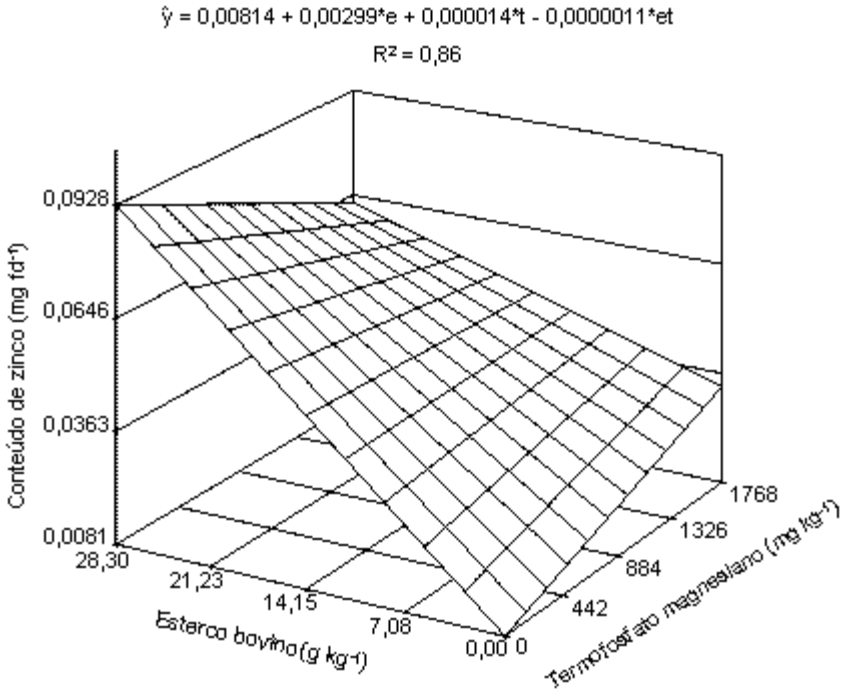
Em relação ao teor de zinco na folha e ao seu conteúdo (Figuras 8a e 8b), os modelos de regressão foram semelhantes, denotando crescimento linear em função das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, e interação negativa. Devido a essa interação, nas doses máximas dos dois adubos combinadas verificou-se o menor teor (15,16 mg kg^{-1}), bem inferior do que com cada um dos adubos isolados. Em geral concentrações inferiores a 20 mg kg^{-1} refletem deficiência, enquanto a faixa de suficiência no tomateiro, também solanácea, situa-se de 15-70 mg kg $^{-1}$ (Bataglia, 1991). O conteúdo de zinco, com as doses máximas dos dois insumos foi 0,062 mg fd^{-1}, percebendo-se que o efeito linear do esterco bovino foi mais pronunciado.

A interação negativa, para teor e conteúdo, deve ser porque a quantidade de zinco complexada pela matéria orgânica aumenta com a ascensão do pH, bem como a estabilidade dos complexos formados (Tisdale et al., 1985). Esta se afigura como a melhor explicação, pois, isoladamente, cada adubo aumentou significativamente o zinco na folha, e, particularmente, o termofosfato magnesiano tinha 0,55% desse micronutriente, bem como promoveu aumento do pH do substrato (Tabela 6).



* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 8a. Teor de zinco na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



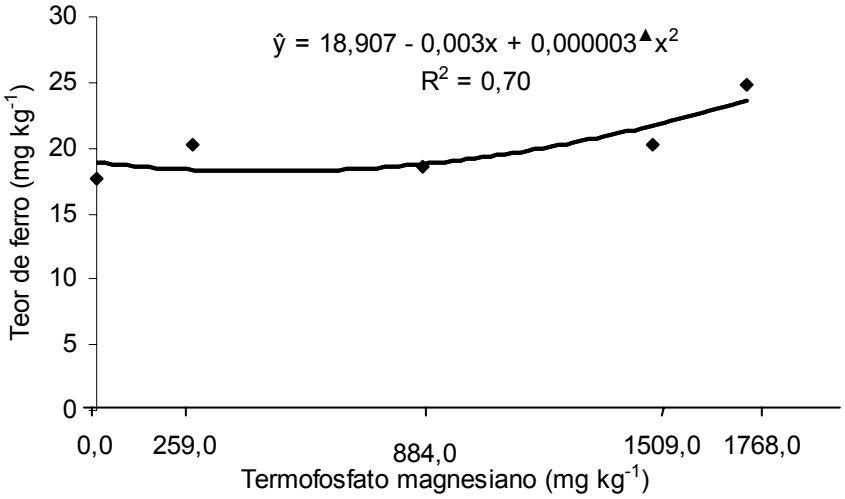
* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 8b. Conteúdo de zinco na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

O teor de ferro na folha decresceu, conforme o modelo quadrático, em função somente das doses do termofosfato magnesiano, enquanto que o conteúdo cresceu linearmente em função das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figuras 9a e 9b). A ausência de efeito do esterco bovino no teor foliar, mesmo sendo fornecedor do micronutriente, é possível de ser explicado em função das baixas concentrações, diluídas no tecido foliar. Inversamente, o maior incremento linear que o esterco bovino promoveu, no conteúdo desse micronutriente, comparado ao termofosfato magnesiano, explica-se porque o esterco bovino forneceu ferro, além de que no conteúdo o efeito diluição é eliminado. O efeito do termofosfato magnesiano sobre o teor, e também, sobre o conteúdo de ferro na folha, embora não sendo fonte desse micronutriente, é sustentado pelo fato de ser o ferro absorvido somente através das pontas das raízes, logo a continuidade do crescimento de raízes é determinante no potencial de aquisição desse micronutriente pelas plantas (Mengel e Kirkby, 1987).

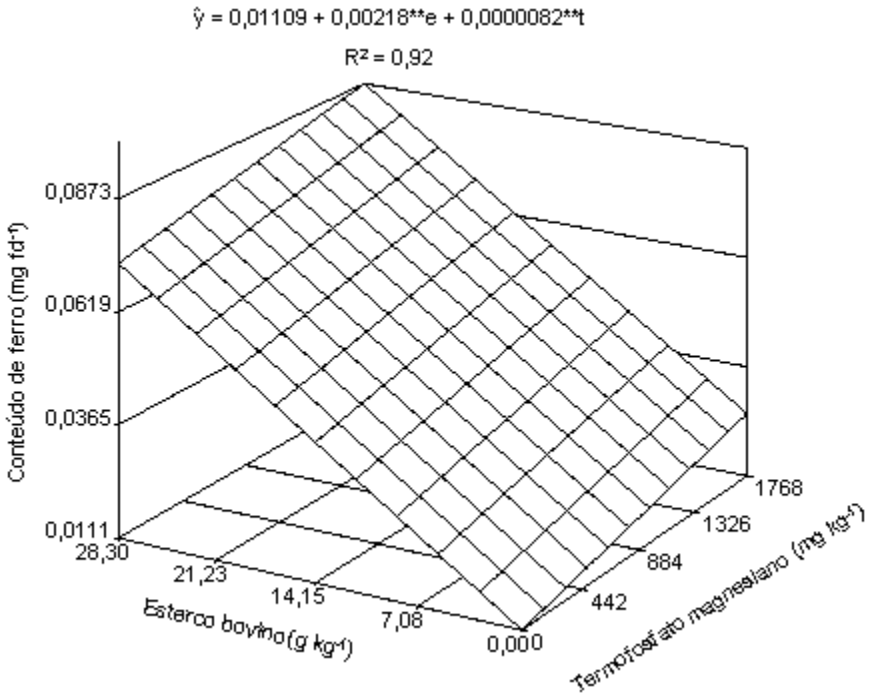
O efeito da provável barreira mecânica imposta às raízes, pelo contorno do vaso, deve ter sido minorado pelo enriquecimento do meio com cálcio, na medida das doses de termofosfato magnesiano, permitido a continuação do crescimento radicular, pois, de acordo com Marschner (1995), pontos de crescimento, onde se processa divisão mitótica contínua, são particularmente sensíveis à deficiência de cálcio, sendo os da raiz afetados mais severamente. Assim, o teor mínimo de ferro (18,16 mg kg^{-1}) ocorreu na dose de 500,0 mg kg^{-1} de termofosfato magnesiano, e em termos gerais, encontra-se na faixa de deficiência (<50 mg kg^{-1}), conforme Bataglia (1991), sendo, também, bastante inferior à faixa de teores encontrados por Silva et al. (2001) em tomateiro (221 a 310 mg kg^{-1}). O conteúdo de ferro, nas doses

máximas combinadas do esterco bovino e termofosfato magnesiano, atingiu 0,0873 mg fd^{-1}.



▲ Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F

Figura 9a. Teor de ferro na folha de berinjela em função de doses de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



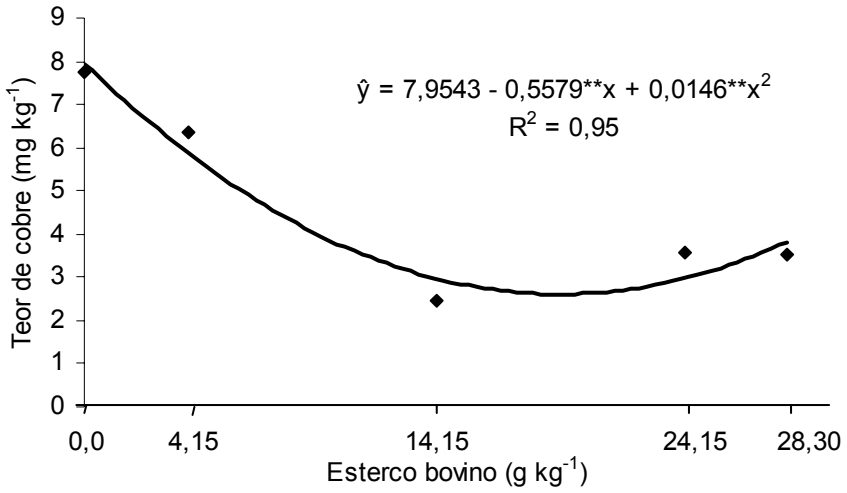
** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 9b. Conteúdo de ferro na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

O teor de cobre na folha decresceu com as doses de esterco bovino de maneira quadrática, o mesmo sendo observado para o conteúdo na folha-diagnóstico (Figuras 10a e 10b). Considerando que o adubo orgânico, quando aplicado ao solo, libera cobre em função das quantidades adicionadas e da atividade microbiana (Ferreira e Cruz, 1991), isto passou a se evidenciar a partir da dose 19,3 g kg^{-1} de esterco bovino, onde se deu o teor foliar mínimo de cobre (2,63 mg kg^{-1}). O efeito decrescente até essa dose ocorreu devido, possivelmente, ao reduzido provimento desse micronutriente (15 mg kg^{-1}) pelo esterco bovino, enquanto o fornecimento de nitrogênio, incrementador do crescimento foliar, foi bem mais efetivo, revertendo em diminuição da concentração cúprica, pelo efeito de diluição (Tisdale et al., 1985). Já, o menor conteúdo (0,0069 mg fd^{-1}) deu-se em menor dose de esterco bovino (10,0 g kg^{-1}), o que reforça essa suposição, porque o conteúdo reflete, de fato, a quantidade do elemento numa dada massa de material vegetal (Malavolta et al., 1997). Embora fornecido também pelo termofosfato magnesiano, a ausência de efeito dessa fonte, nos dois casos, pode ser devido a solubilidade do cobre ter diminuído com a elevação do pH (Raij, 1991) e o termofosfato magnesiano atuar também como corretivo da acidez do solo.

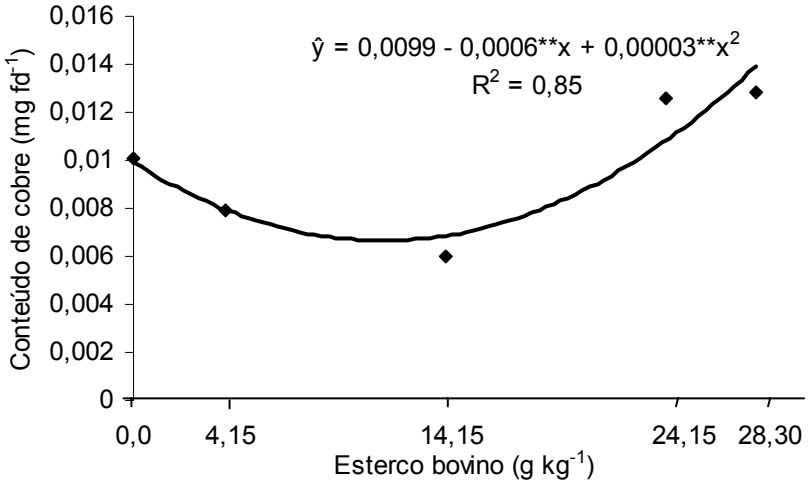
O teor de cobre, dentro do intervalo estudado, situou-se na faixa (2 a 20 mg kg^{-1}), em geral, encontrada na matéria seca das plantas (Mengel e Kirkby, 1987). Entretanto, somente na menor dose de esterco bovino atingiu valor praticamente igual ao do nível crítico (8 mg kg^{-1}) adotado no tomateiro (Bataglia, 1991), que é da mesma família. Isto se torna importante, porque solos arenosos, como o utilizado, são, em geral pobres em cobre (Tisdale et al., 1985), então, esse teor deve ser examinado com cautela, porque seguramente reflete efeito concentração, e não

propriamente um suficiente estado nutricional relativamente ao cobre, devido ao efeito diluição acima discutido.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 10a. Teor de cobre na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.



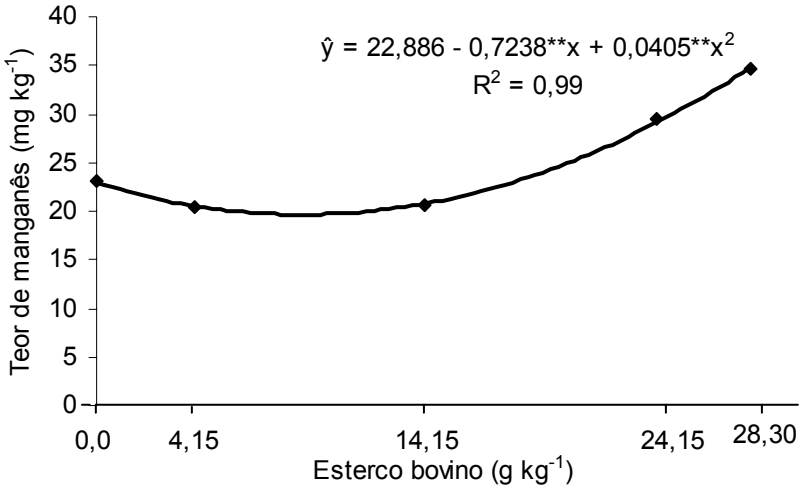
** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 10b. Conteúdo de cobre na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

O teor de manganês na folha decresceu, conforme o modelo quadrático, com as doses de esterco bovino, o mesmo ocorrendo relativamente ao seu conteúdo (Figuras 11a e 11b). O seu menor teor (19,65 mg kg^{-1}) foi com 8,9 g kg^{-1} de esterco bovino, situando-se no limiar superior da faixa de teor crítico (10 a 20 mg kg^{-1}) na matéria seca das plantas (Dechen et al., 1991). Porém, na maior dose desse adubo (28,3 g kg^{-1}), o teor atingiu 34,8 mg kg^{-1}, e situou-se entre os níveis críticos de outras plantas da mesma família, como a batata (30 mg kg^{-1}) e o tomateiro (60 mg kg^{-1}), conforme Bataglia (1991).

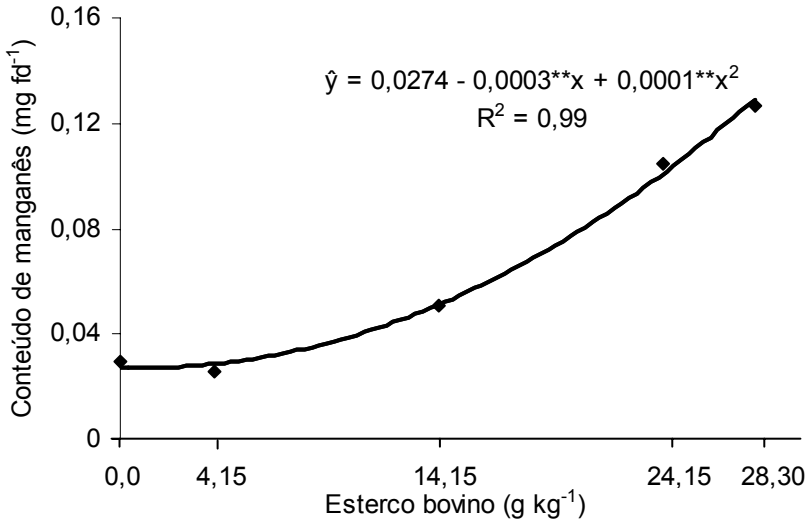
O esterco bovino possuía razoável quantidade desse micronutriente (278,5 mg kg^{-1}), porém, não suficiente para implementação de um efeito de concentração, o que pode ter sido determinante para o comportamento quadrático decrescente de seu teor na folha. Quanto ao seu conteúdo, teve valor mínimo (0,027 mg fd^{-1}) na dose de 1,5 g kg^{-1} de esterco bovino, atingindo o valor de 0,099 mg fd^{-1}, na dose mais alta (28,3 g kg^{-1}). Portanto, de forma semelhante ao ocorrido com o cobre, a dose relacionada com o conteúdo mínimo foi reduzida.

O termofosfato magnesiano não apresentou efeito como fonte desse micronutriente, possivelmente, devido ao seu efeito corretivo, pois, segundo Mello et al. (1989), em solos que recebem calagem pesada, o manganês adicionado como adubo pode ser rapidamente fixado em forma insolúvel. Por conseguinte, o esterco bovino afigura-se como uma fonte de maior eficácia, e dentro do intervalo estudado, não promoveu teores excessivos desse micronutriente, considerando que sua absorção é pouco regulada pela planta, o que pode levar ao seu acúmulo em níveis tóxicos (Cardoso et al., 2003).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 11a. Teor de manganês na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

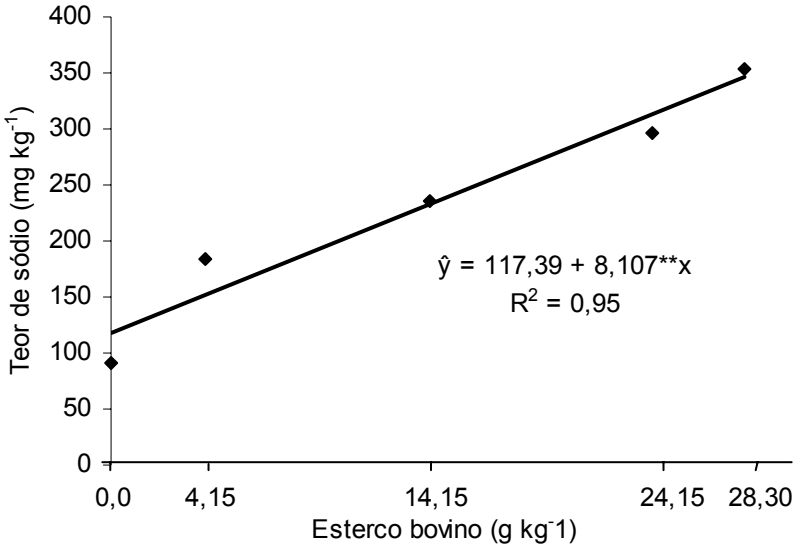


** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 11b. Conteúdo de manganês na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

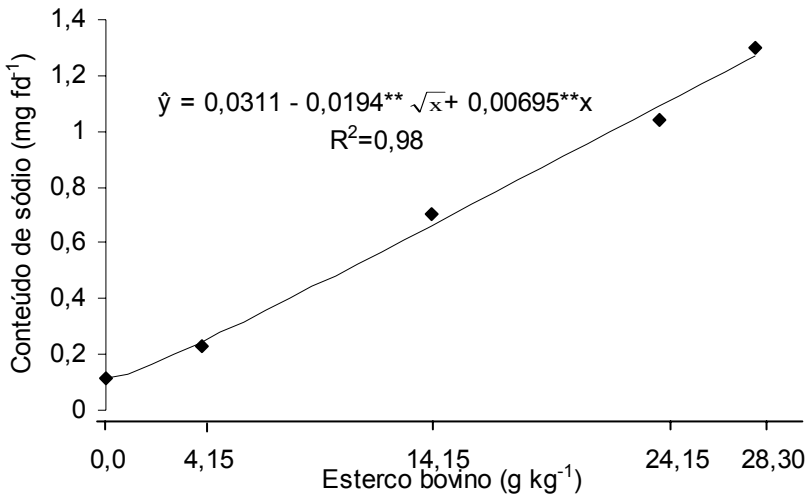
O teor de sódio na folha cresceu linearmente com as doses de esterco bovino (Figura 12a), atingindo 346,8 mg kg^{-1} na dose mais elevada. Esse teor é inferior aos encontrados em folhas de alface cultivada em solo fertilizado com composto

orgânico (0,68 g kg^{-1}) e com diferentes compostos orgânicos enriquecidos com caulim (1,23 g kg^{-1}) por Ricci et al. (1995) e Rolim (2003), respectivamente. Em geral, o teor na matéria seca das plantas é de 0,1 %, mas pode atingir níveis comparáveis aos dos macronutrientes, em condições de elevada disponibilidade no substrato (Marschener, 1995). Portanto, o teor encontrado é marcadamente baixo, correspondendo apenas a 0,035% da matéria seca foliar, e evidencia que o esterco bovino e a urina de vaca não promoveram aumentos do teor de sódio, no tecido foliar, a ponto de provocar toxidez às plantas. O conteúdo de sódio (Figura 12b) ajustou-se ao modelo raiz quadrático, com o aumento das doses de esterco bovino. Embora menos acentuado, inicialmente, o conteúdo incrementou, dentro do intervalo estudado, observando-se, através do gráfico, inclinação ascendente similar a que se verificou com o teor desse elemento.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 12a. Teor de sódio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 12b. Conteúdo de sódio na folha-diagnóstico de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

3.5. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de micronutrientes e sódio na folha

Os contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca e superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foram estudados, para os teores de micronutrientes e de sódio na folha (Tabela 3). Para o primeiro contraste, a diferença significativa se deu somente em relação ao teor foliar de manganês, que foi maior na presença de urina de vaca. A provável explicação é de que a urina de vaca tenha promovido alterações no pH do solo (Shand et al., 2002), para valores mais favoráveis à sua solubilidade, favorecendo sua aquisição, pois ela não apresentava bons teores desse micronutriente. Ou, de efeito concentração, em função de menor crescimento foliar.

Tabela 3. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV relativas ao teor foliar de micronutrientes e sódio em berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Micronutriente /sódio	Médias			ŷ	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
	----------mg kg^{-1}----------				
Boro	92,80	74,56	55,08	$-18,24^{ns}$	-37,72**
Cobre	2,97	1,31	4,29	$-1,66^{ns}$	$1,32^{ns}$
Ferro	16,62	18,32	23,99	$1,70^{ns}$	$7,37^{ns}$
Manganês	22,35	17,01	29,60	-5,34*	7,25*
Zinco	21,83	20,31	20,15	$-1,52^{ns}$	$-1,68^{ns}$
Sódio	257,17	205,64	373,16	$-51,53^{ns}$	115,99**

**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns}não significativo pelo teste F; valores tabelados de F corrigidos pelo teste de Bonferroni.

No segundo contraste, a diferença significativa se deu em favor do tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca, relativamente ao teor foliar de boro; e em favor do superfosfato triplo com uréia, em relação aos teores de manganês e sódio. Tanto o termofosfato magnesiano como a urina de vaca foram fontes de boro, podendo, portanto, elevar o teor foliar. Para o fato do teor foliar de manganês ter sido maior no tratamento superfosfato triplo com uréia do que no tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca, atribui-se à mais fácil disponibilidade de nitrogênio, pela uréia, que deve ter incrementado a atividade microbiana, e conseqüentemente, a mineralização do esterco bovino, fonte desse micronutriente, contribuindo para elevar o seu teor foliar. Também, pelo fato do termofosfato magnesiano possuir efeito corretivo de elevar o pH do solo, isto deve ter tornado esse micronutriente menos disponível, por diminuir sua solubilidade, conforme Mello

et al. (1989), o que pode explicar, parcialmente, o maior teor com o uso do superfosfato triplo. Com relação ao sódio, a hipótese é de que as condições de umidade do substrato do vaso, mantido próximo da capacidade de campo, junto com maior respiração das raízes, em função do efeito benéfico do nitrogênio mineral da uréia, sobre o crescimento radicular, tenham proporcionado pouca aeração, e assim, prejudicando o mecanismo de exclusão das raízes relativo ao sódio, permitindo aumento de seu teor (Marschner, 1995).

3.6. Efeito dos tratamentos adicionais para os conteúdos de micronutrientes e sódio na folha-diagnóstico

Os contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca e superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foram estudados, para os conteúdos de micronutrientes e sódio na folha-diagnóstico (Tabela 4). No primeiro, vê-se que a significância se deu somente para o conteúdo de cobre, que foi maior na presença do que na ausência de urina de vaca. Como esta não continha apreciáveis teores desse micronutriente, então, esse conteúdo pode estar refletindo uma maior atividade microbiana na sua presença, promovendo mineralização do cobre do esterco bovino, tendo em vista que, neste ensaio, este se afigurou ser uma fonte mais eficiente do que o termofosfato magnesiano. Ou, que a urina de vaca tenha promovido decréscimo no pH do substrato (Shand et al., 2002), favorecendo à solubilização desse micronutriente (Raij, 1991), inclusive do termofosfato magnesiano, levando ao aumento de seu conteúdo.

No segundo contraste, a significância foi alcançada, em favor do tratamento superfosfato triplo com uréia, para os conteúdos de cobre, ferro, manganês e sódio.

Neste caso, particularmente, é sugerido um efeito do nitrogênio da uréia, que estimulando o crescimento geral e, especialmente, de raízes, promove uma maior absorção de outros nutrientes (Marschner, 1995; Taiz e Zeiger, 2004). Bem como esse nutriente favorece a atividade microbiana e, conseqüentemente, a decomposição da matéria orgânica nativa e do esterco bovino, aumentando a disponibilidade daqueles micronutrientes. O sódio, por outro lado, está facilmente disponível em adubos orgânicos porque não depende da mineralização, ficando disponível facilmente somente pela lise celular (Rodrigues e Casali, 1998). E, para o seu maior conteúdo, nesse tratamento, pode ser pela mesma razão atribuída ao seu maior teor nesse mesmo tratamento (item 3.5).

Tabela 4. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para os conteúdos de micronutrientes e sódio na folha-diagnóstico de berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Micronutriente	Médias			ŷ	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
	----------mg fd^{-1}----------				
Boro	0,237	0,199	0,178	-0,038^{ns}	-0,059^{ns}
Cobre	0,008	0,004	0,014	-0,004*	0,006**
Ferro	0,042	0,049	0,078	0,007^{ns}	0,036**
Manganês	0,057	0,046	0,096	-0,011^{ns}	0,039**
Zinco	0,056	0,055	0,066	-0,001^{ns}	0,010^{ns}
Sódio	0,650	0,551	1,200	-0,099^{ns}	0,550**

**/*, Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo pelo teste F; valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni.

3.7. Correlações canônicas entre os conteúdos de micronutrientes na folha-diagnóstico com algumas características do substrato

As correlações canônicas entre os conteúdos de micronutrientes na folha-diagnóstico e as características do substrato dos vasos foram elevadas e significativas em dois pares canônicos (Tabela 5). Verifica-se no primeiro par canônico, que os coeficientes canônicos (cc), elevados e positivos para o conteúdo de manganês (cc=0,5224) e potássio no substrato (cc=0,8923), indicam correlação positiva entre essas características, e que o conteúdo de manganês foi maior com maior potássio no substrato. Apesar do termofosfato magnesiano fornecer manganês, não exerceu eficácia no seu fornecimento (Figura 11b), o mesmo não ocorrendo com o esterco bovino.

No segundo par canônico isto é reforçado porque quando o conteúdo de manganês foi menor (cc=-0,3453), foi também menor o teor de potássio no substrato (cc=-0,5384), porém, foi maior o pH (cc=0,6372). De acordo com Mengel e Kirkby (1987), os cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} depreciam a absorção de manganês e afetam sua translocação na planta. Como a absorção desses cátions é inibida por altas concentrações de potássio (Tisdale et al., 1985), então, indiretamente, a aquisição do manganês deve ter sido favorecida. Quanto ao pH, a disponibilidade desse micronutriente é reduzida com sua elevação (Raij, 1991). Ainda nesse par canônico, é sugerido que o maior conteúdo de boro (cc=0,3562) foi maior com menor teor de potássio no substrato (cc=-0,5384) e maior pH (cc=0,6372). De acordo com Dantas (1991), o fornecimento elevado de potássio reduz a absorção de boro, e o aumento do pH do solo torna o nutriente menos disponível. Contudo, existe razoável diferença de sua adsorção na faixa de pH de 7,8 a 8,9 (Mengel e Kirkby, 1987), e, neste

trabalho, o valor máximo de pH (7,67, Tabela 6) está abaixo dessa faixa, e daquela (8,0 a 9,0) de máxima adsorção (Dantas, 1991), além de que a recuperação do boro de solos arenosos, como aquele utilizado neste experimento, é maior do que de solos argilosos (Raij, 1991).

Tabela 5. Correlações canônicas e pares canônicos entre conteúdos de micronutrientes na folha-diagnóstico de berinjela com características químicas do substrato. Areia, UFPB, 2005.

Características	Par canônico	
	Primeiro	**Segundo**
Conteúdos de micronutrientes		
Boro	0,1545	**0,3562**
Zinco	-0,0641	0,0235
Cobre	-0,0774	0,0209
Ferro	0,3387	0,0854
Manganês	**0,5224**	**-0,3453**
Características do substrato		
Matéria orgânica	-0,0952	0,0588
Fósforo	0,3735	-0,0686
Potássio	**0,8923**	**-0,5384**
Cálcio	-0,0162	0,4051
Magnésio	-0,1875	-0,3615
pH (em água)	-0,1412	**0,6372**
R	0,94	0,75
Significância	**	*

**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de qui-quadrado; R = correlação canônica.

Tabela 6. Equações de regressão relativas ao pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, do substrato, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

Característica	Equação de regressão
PH	$\hat{y} = 5{,}593 + 0{,}08134^{**}e - 0{,}001239e^2 + 0{,}0004351^{**}t$
($CaCl_2$)	$R^2 = 0{,}95$; VM = 7,67
Fósforo	$\hat{y} = -13{,}38 + 5{,}58762^{**}e - 0{,}11146e^2 + 0{,}086085^{**}t - 0{,}00001607^{**}t^2$
(mg dm^{-3})	$R^2 = 0{,}99$; VM = 158,62
Potássio	$\hat{y} = 15{,}016 + 14{,}3316^{**}e - 0{,}04957t + 0{,}000030551t^2$
(mg dm^{-3})	$R^2 = 0{,}98$; VM = 400,49
Cálcio	$\hat{y} = 4{,}5094 + 0{,}05142^{**}e - 0{,}0007128^{**}e^2 - 0{,}0014081^{**}t$
($cmol_c$ dm^{-3})	$+ 0{,}000001051^{**}t^2$
	$R^2 = 0{,}92$; VM = 5,32
Magnésio	$\hat{y} = 1{,}1183 + 0{,}00655704^{**}e + 0{,}00098278^{**}t - 0{,}000003^{*}et$
($cmol_c$ dm^{-3})	$R^2 = 0{,}89$; VM = 1,33
Matéria orgânica	$\hat{y} = 36{,}9478 + 125974^{**}e - 0{,}003251t + 0{,}0000020428^{**}t^2$
(g dm^{-3})	$R^2 = 0{,}33$; VM = 39,22

**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo pelo teste F; e = esterco bovino e t = termofosfato magnesiano; VM = valor máximo da característica com as doses obtidas por derivação.

4. CONCLUSÕES

→ Os teores de nitrogênio e enxofre na folha aumentaram em função somente das doses de esterco bovino, enquanto os teores dos demais macronutrientes foram influenciados pelas doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano.

→ No cômputo geral, o efeito isolado do esterco bovino resultou mais eficaz na elevação dos teores foliares dos micronutrientes do que o do termofosfato magnesiano, exceto para o zinco e ferro, tendo as doses de ambos interagido positivamente para o teor foliar de boro. Os conteúdos dos micronutrientes na folha-diagnóstico foram afetados pelos adubos de forma idêntica aos teores, com exceção do ferro, bem como o teor e o conteúdo de sódio aumentaram apenas com as doses de esterco bovino.

→ O tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca proporcionou teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio e manganês, bem como conteúdo de cobre na folha-diagnóstico, mais elevados do que o tratamento termofosfato magnesiano sem urina de vaca. Comparado ao tratamento convencional (superfosfato triplo com uréia) foi superior para os teores foliares de boro, sendo inferior para os de nitrogênio, potássio, manganês e sódio, bem como para os conteúdos de cobre, ferro, manganês e sódio na folha-diagnóstico.

→ Teores elevados de potássio e fósforo na folha foram associados com teor alto de potássio no substrato, aliado com baixo pH, para o fósforo, bem como teores altos de enxofre na folha tiveram relação com teor baixo de fósforo no substrato e alto pH. Elevado conteúdo de manganês na folha-diagnóstico foi associado com teor alto de potássio no substrato, enquanto elevado conteúdo de boro na folha-diagnóstico ocorreu com teor baixo de potássio do substrato aliado com pH elevado.

CAPÍTULO 3 - RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DE BERINJELA EM FUNÇÃO DE DOSES DE ESTERCO BOVINO E DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO

RESUMO

Avaliaram-se características agronômicas e de qualidade de frutos de berinjela, em NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico Típico, na Universidade Federal da Paraíba, em Areia, utilizando nove combinações de doses de esterco bovino (t ha^{-1}) e de termofosfato magnesiano (kg ha^{-1}), respectivamente (8,3-518,0; 8,3-3018,0; 48,3-518,0; 48,3-3018,0; 0,0-1768,0; 56,6-1768,0; 28,3-0,0; 28,3-3536,0; 28,3-1768,0), conforme a matriz "composto central de Box", em delineamento blocos casualizados, com três repetições. Esses tratamentos receberam sulfato de potássio (24,0 g pl^{-1}) e cinco aplicações de 500 ml por planta de uma solução de urina de vaca (10 litros / 100 litros de H_2O). Foram adicionados os tratamentos termofosfato magnesiano sem urina de vaca e superfosfato triplo com uréia, equivalendo em P_2O_5 e esterco bovino à combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), com a dose anterior de sulfato de potássio. No tratamento com uréia, cada uma das cinco aplicações correspondeu a 3,5 g por planta. A maior altura de planta (86,87 cm) foi obtida com 29,14 t ha^{-1} de esterco bovino, em combinação com a dose mais elevada de termofosfato magnesiano (3556 kg ha^{-1}). Os valores máximos do diâmetro do caule (19,84 mm), do número de frutos por planta (13,0 frutos), da produção por planta (2822 g), do peso médio de fruto (210 g) e da produtividade (34,3 t ha^{-1}), ocorreram com 37,8; 53,4; 55,8; 47,8 e 48,8 t ha^{-1} de esterco bovino, respectivamente. O maior comprimento de fruto (17,36 cm) se deu com a maior dose de esterco bovino (56,6 t ha^{-1}), na ausência de termofosfato magnesiano, e o maior diâmetro de fruto (6,65 cm), pela associação das doses mais altas de ambos insumos. Os teores foliares de N e P não variaram com os tratamentos, e tiveram média geral de 49,8 g kg^{-1} e 4,97 g kg^{1}, respectivamente. A dose mais elevada de esterco bovino proporcionou o menor teor foliar de Mg (6,72 g kg^{-1}) e também os maiores teores foliares de K (35,65 g kg^{-1}) e S (5,12 g kg^{-1}); bem como, na ausência de termofosfato magnesiano, produziu o maior teor foliar de Ca (16,0 g kg^{-1}). No

fruto, essa dose de esterco bovino (56,6 t ha^{-1}), na ausência de termofosfato magnesiano, proporcionou os maiores teores de N (37,3 g kg^{-1}) e Ca (2,3 g kg^{-1}), e combinada com 1471,1 kg ha^{-1} de termofosfato magnesiano, promoveu o teor máximo de K (57,55 g kg^{-1}). Os maiores teores de P (6,47 g kg^{-1}) e de Mg (5,9 g kg^{-1}) no fruto ocorreram com 56,6 t ha^{-1} e 46,3 t ha^{-1} de esterco bovino, respectivamente. Com a dose de 2000 kg ha^{-1} de termofosfato magnesiano se deu o teor mínimo de S (3,18 g kg^{-1}) no fruto. O teor máximo de nitrato na matéria seca do fruto (783,8 mg kg^{-1}) foi com 44,6 t ha^{-1} de esterco bovino, na ausência de termofosfato magnesiano, sendo inferior ao limite crítico (2000 mg kg^{-1}). O tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca não diferiu do termofosfato magnesiano sem urina de vaca para as variáveis estudadas, exceto para os teores de Mg e de nitrato no fruto em que foi superior; sendo inferior ao tratamento superfosfato triplo com uréia, para o número de frutos e produção por planta, altura de planta, produtividade e teor de nitrato no fruto, não diferindo deste, quanto aos teores, na folha e no fruto, de macronutrientes. Na folha, os teores de P, K, S e Ca contrastaram com o teor de N (CP1), ocorreu antagonismo entre o teor K e de Mg (CP2) e sinergismo entre os teores de N e Ca (CP3). No fruto, os teores de N, P, K e Ca sobressaíram no grupo dos macronutrientes (CP1); houve antagonismo entre os teores de Mg e Ca (CP2); e o teor Ca contrastou com os teores de N e S (CP3). Maiores valores do peso médio e comprimento de fruto foram associados com teor alto de K e de Mg, e teor baixo de Ca, no solo; maior número de frutos por planta foi associado com valores altos de pH e do teor de Ca, junto com teor baixo de Mg no solo.

ABSTRACT

Eggplant yield and fruit quality as a function of cattle manure and magnesium thermophosphate doses

Agronomic and fruit quality characteristics of eggplant were evaluated at Universidade Federal da Paraiba, Areia, Brazil, in NEOSSOLO REGOLÍTICO Typical Psamítico, using nine combinations of doses of cattle manure (t ha^{-1}) and magnesium thermophosphate (kg ha^{-1}), respectively (8.3-518.0; 8.3-3018.0; 48.3-518.0; 48.3-3018.0; 0.0-1768.0; 56.6-1768.0; 28.3-0.0; 28.3-3536.0; 28.3-1768.0), according to "Box central composite" matrix, in a randomized block design, with three replications. In that treatments, was applied potassium sulphate (24 g pl^{-1}) and, in five occasions, 500 mL of cow urine solution (10 liters / 100 liters of H_2O), in topdressing. Two treatments were added: magnesium thermophosphate without cow urine and triple superphosphate plus urea, with P_2O_5 and cattle manure doses equal to combination 9 (magnesium thermophosphate plus cow urine), using same prior dose of potassium sulphate. In treatment with urea, each application, totalizing five, was equal 3.5 g per plant. The highest plant height (86.87 cm) was verified in the combination of 29.1 t ha^{-1} of cattle manure with higher dose of magnesium thermophosphate (3556.0 kg ha^{-1}). The highest values of stem diameter (19.84 cm), fruit number per plant (13.0 fruits), production of fruit per plant (2822.0 g), average fruit weight (210.0 g) and yield (34.3 t ha^{-1}), were reached with 37.8; 53.4; 55.8; 47.8 and 48.8 t ha^{-1} of cattle manure, respectively. Highest fruit length (17.36 cm) was obtained with higher dose of cattle manure (56.6 ton ha^{-1}) without magnesium thermophosphate, and highest fruit diameter (6.65 cm) was with higher doses of both fertilizers combined. Leaf N and P contents did not changed with applied treatments, with average equal 49.8 and 4.97 g kg^{-1}, respectively. In higher cattle manure dose occurred lowest leaf Mg content (6.72 g kg^{-1}), and also highest leaf K (35.65 g kg^{-1}) and S (5.12 g kg^{-1}) contents; as well, with this same dose of cattle manure, without magnesium thermophosphate, was verified highest leaf Ca content (16.0 g kg^{-1}). In fruit, this same dose of cattle manure (56.6 ton ha^{-1}), without magnesium thermophsphate, provided highest N (37.3 g kg^{-1}) and Ca (2.3 g kg^{-1}) contents, as well combined with 1471.1 kg ha^{-1} of magnesium thermophsphate, caused maximum K content (57.55 g kg^{-1}). Highest fruit P (6.47 g kg^{-1}) and Mg (5.9 g kg^{-1}) contents were obtained with 56.6 t ha^{-1} and 46.3 t ha^{-1} of cattle manure, respectively. Lowest S content in fruit was

with 2.000 kg ha^{-1} of magnesium thermophosphate. The maximum fruit nitrate content (783.77 mg kg^{-1}) was with 44.6 t ha^{-1} of cattle manure, without magnesium thermophosphate, being lower critical limit (2000 mg kg^{-1}) in fruit dry matter. The treatment magnesium thermophosphate plus cow urine did not differed of magnesium thermophosphate without cow urine for studied variables, except for fruit Mg and nitrate contents, being higher; and was lower compared to triple superphosphate plus urea regarding fruit number per plant, production per plant, plant height, yield and fruit nitrate content, not differing in leaf and fruit macronutrients contents. In leaf, P, K, S and Ca contents contrasted with N content (PC1), occurred antagonism between Mg and Ca contents (PC2) and synergism between N and Ca contents (PC3). In fruit, N, P, K e Ca contents emphasized in macronutrients group (PC1), there was antagonism between Mg and Ca (PC2) and Ca content contrasted with N and S content (PC3). Highest fruit weight and highest fruit length were associated with high K and Mg contents and with low Ca content in the soil; highest fruit number per plant was associated with high pH and Ca contents and low Mg content in the soil.

1. INTRODUÇÃO

A área plantada com berinjela no Brasil é de aproximadamente 1500 ha (Antonini et al., 2002), com destaque dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (Ribeiro et al., 1998; Filgueira, 2003). Entretanto, em razão do interesse crescente dos consumidores por produtos mais saudáveis e com propriedades medicinais, tem ocorrido um aumento do consumo de seus frutos, “in natura” e na forma de cápsulas do extrato seco, motivado pela divulgação de suas propriedades nutracêuticas, configurando um cenário favorável à expansão do cultivo dessa olerícola.

O emprego de fertilização orgânica e mineral na produção de hortaliças é uma prática necessária em solos deficientes em fertilidade, para atender suas exigências em macronutrientes e micronutrientes (Filgueira, 2000). Nesse sentido, a berinjela é a mais eficaz, entre as solanáceas, em fazer uso dos nutrientes prontamente disponíveis no solo (Hegde, 1997), entretanto, quando o suprimento de nutrientes é escasso, os sintomas de desnutrição de nitrogênio e fósforo aparecem antes de qualquer outro macronutriente (Haag e Homa, 1968). Sua maior exigência em nitrogênio e fósforo foi demonstrada em solução nutritiva, pois a ausência do primeiro afetou sensivelmente o crescimento, principalmente das folhas novas e do caule e na omissão de fósforo não houve formação de frutos (Haag e Homa, 1968). Conforme Ribeiro et al. (1998), a deficiência de fósforo provoca queda de flores, levando a drástica redução da produtividade, podendo inclusive não haver formação de frutos. A aquisição de nutrientes pela berinjela depende, em parte, das fontes utilizadas, sendo que o uso integrado de fontes orgânicas e inorgânicas resulta em maior absorção e incrementa a produção de frutos (Jose et al., 1988).

Aparentemente, as técnicas de produção convencional da berinjela, em uso, são satisfatórias (Blanco et al., 1997; Ribeiro et al., 1998).

Mundialmente, existem preocupações com a qualidade biológica dos alimentos, que pode ser alterada, entre outros, pela utilização de fertilizantes (Zago et al., 1999). Segundo Bonilla (1992), com os adubos naturais de baixa solubilidade, a absorção de nutrientes acontece lentamente, na medida das necessidades das plantas, enquanto os fertilizantes solúveis podem promover desequilíbrio na proporção dos nutrientes dos produtos agrícolas, inclusive de substâncias perigosas para a saúde humana como os nitratos. Na saliva e no estômago, os nitratos passam por reações e resultam nas nitrosaminas que são substâncias cancerígenas (Marschner, 1995; Meireles, 1997), tendo sido encontrados teores elevados de nitrato em hortaliças adubadas com nitrogênio mineral comparativamente à adubação com fertilizantes orgânicos (Bonilla, 1992; Meireles, 1997; Zago et al., 1999).

Os adubos orgânicos e os termofosfatos magnesianos possuem baixa solubilidade, comparativamente aos fertilizantes químicos sintéticos de alta solubilidade (Bonilla, 1992; Mitsui, 2003). Dentre os adubos orgânicos, os estercos são amplamente recomendados na produção de hortaliças, por melhorar fisicamente o solo e contribuir com a oferta de nutrientes, especialmente nitrogênio, do qual são razoável fonte (Almeida, 1991). Em geral, na adubação da berinjela com esterco de curral as quantidades utilizadas vão de 10 t ha^{-1} a 30 t ha^{-1} (Blanco et al., 1997; Ribeiro et al., 1998), evidenciando uma considerável amplitude. Por outro lado, os termofosfatos magnesianos, rochas moídas tratadas termicamente, despontam como fonte viável de fósforo, visto que podem apresentar eficiência comparável à dos fosfatos solúveis mesmo considerando culturas de ciclo curto (Moreira e

Malavolta, 2001; Araújo et al., 2003). O seu uso é recomendado inclusive para as hortaliças (Mitsui, 2003; Souza e Yasuda, 2003), contudo, são recomendações que devem ser aceitas com reserva, pois os estudos envolvendo essas fontes e culturas olerícolas são escassos. Também, a urina de vaca é recomendada como fonte de nutrientes na produção de alimentos (Codex..., 1999), possuindo significativos teores de nitrogênio, potássio e boro (Gadelha, 2001).

Diante do exposto, há necessidade de se desenvolverem estudos para verificar a eficácia de utilização dessas fontes, de forma combinada, em culturas olerícolas. Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, associadas à urina de vaca, sobre o rendimento e a qualidade de frutos de berinjela, em condições de campo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em condições de campo, no Setor de Olericultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no município de Areia, que está localizado na Microrregião do Brejo Paraibano. O delineamento foi blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental constituiu-se de quatro linhas de quatro plantas da cv. Ciça, espaçadas de 1,0 m x 0,80 m. Os tratamentos consistiram de nove combinações de doses de esterco bovino (t ha^{-1}) e de termofosfato magnesiano (kg ha^{-1}), respectivamente (8,3-518,0; 8,3-3018,0; 48,3-518,0; 48,3-3018,0; 0,0-1768,0; 56,6-1768,0; 28,3-0,0; 28,3-3536,0; 28,3-1768,0), conforme níveis predeterminados da matriz “composto central de Box”. Nesta matriz, as doses não são eqüidistantes, entretanto, o ponto médio do intervalo estudado é representado pela combinação 9. Todas as combinações receberam uma dose básica de sulfato de potássio (24 g $planta^{-1}$), e em cinco ocasiões, 500 ml por planta de uma solução de urina de vaca (10 litros / 100 litros de H_20), em cobertura. Foram adicionados os tratamentos termofosfato magnesiano sem urina de vaca e superfosfato triplo com uréia, com as doses de P_2O_5 e esterco bovino idênticas as da combinação 9 (termofosfato magnesiano com urina de vaca), e utilizando-se a mesma dose anterior de sulfato de potássio. No tratamento com uréia, cada uma das cinco parcelas, aplicadas em cobertura, compreendeu 3,5 g por planta, dissolvidos em 0,5 litro de H_2O. O solo da área experimental, classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico Típico (Embrapa, 1999), foi previamente caracterizado química e fisicamente.

O esterco bovino, o termofosfato magnesiano e o sulfato de potássio foram incorporados em toda extensão e profundidade dos leirões, uma semana antes do transplantio das mudas. Estas, produzidas em bandejas de isopor, foram transplantadas, aos 32 dias após a germinação, quando estavam com quatro a cinco folhas definitivas.

Foram efetuadas desbrotas e capinas, bem como levantamento dos leirões, tutoramento de algumas plantas tombadas e controle da vaquinha verde-amarela (*Diabrotica speciosa*). Foram realizadas irrigações pelo sistema de aspersão convencional somente no início do ciclo, quando a precipitação foi insuficiente. Aos 54 e 100 dias, após o plantio, ocorreram, respectivamente, a primeira e a última colheita de frutos, de um total de 19 colheitas.

2.2. Variáveis estudadas

Após cada colheita, os frutos eram separados em frutos sadios e frutos com defeito e, em seguida contados e pesados, obtendo-se, ao final das colheitas, os valores totais referentes ao número e peso de frutos sadios e defeituosos, que derivaram dados de número de frutos por planta, produção de frutos por planta, produção comercial e produção não-comercial de frutos. O peso médio de frutos foi determinado pela divisão entre o peso total de frutos e o número total de frutos colhidos. Até a nona colheita, os frutos foram medidos quanto ao diâmetro e comprimento, com auxilio de paquímetro e régua, respectivamente. O índice de formato do fruto foi obtido pela divisão do diâmetro pelo seu comprimento.

Aos 50 dias após o plantio, foi retirado, das quatro plantas centrais da parcela, o limbo de folhas recém-maduras para determinação da concentração de

macronutrientes. Para tanto, as folhas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 65 ^{o}C, por 72 horas, para secagem. Em seguida, o material seco foi moído em moinho tipo Wiley, sendo determinados os teores dos nutrientes, de acordo com Tedesco et al. (1995).

Aos 60 dias após o plantio, as quatro plantas centrais da parcela foram avaliadas quanto à altura, medida do solo até a inserção da última folha da haste mais alta, com auxílio de régua; e quanto ao diâmetro do caule, medido a 4 cm do colo, com auxílio de paquímetro.

Durante as primeiras colheitas, em cada parcela, eram retiradas sub-amostras, que compuseram uma amostra, para determinação de macronutrientes e nitrato na matéria seca dos frutos (Tedesco et al., 1995).

Por ocasião do encerramento do experimento, foram coletadas amostras de solo das parcelas para caracterização química.

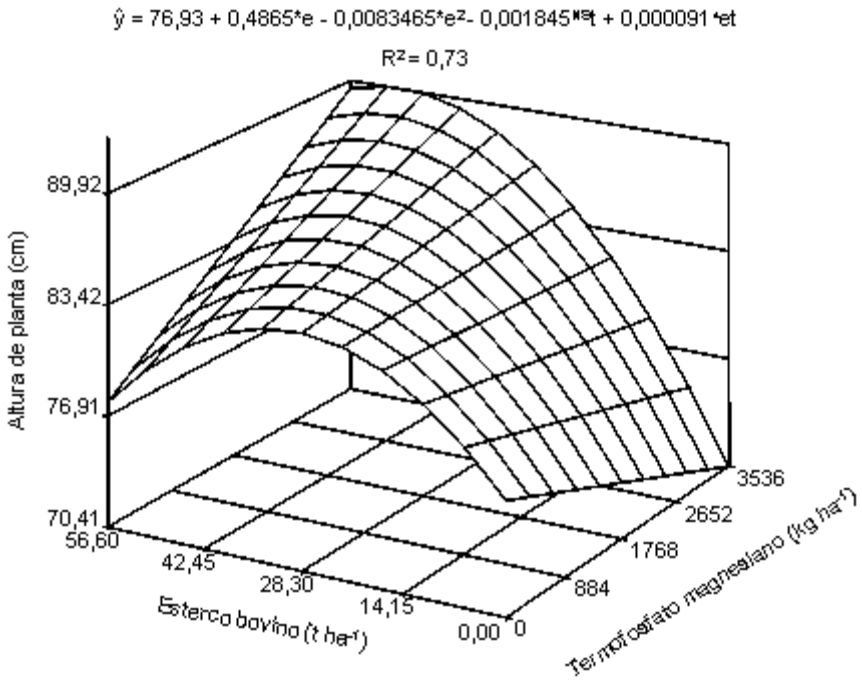
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura de planta e diâmetro do caule

O crescimento das plantas em altura aumentou com as doses de esterco bovino, seguindo o modelo quadrático, com o termofosfato magnesiano, em razão da interação positiva, potencializando esse efeito à medida do aumento das doses (Figura 1), sugerindo que o mesmo atenuou algum efeito deletério das doses mais elevadas do esterco, culminando com uma altura de planta de 89,82 cm. Considerando o efeito isolado do esterco bovino, a maior altura ocorreu na dose de 29,1 t ha^{-1}, e esta, combinada com a maior dose de termofosfato magnesiano resultaram em uma altura de planta de 86,87 cm. Como o esterco bovino é primeiramente fonte de nitrogênio, de certa forma, esses resultados estão de acordo com o observado por Haag e Homa (1968), de que a omissão desse nutriente prejudicou sensivelmente o crescimento do caule e das folhas novas da berinjela. Também, Kamili et al (2002) verificaram incremento na altura de planta da berinjela, quando incrementaram o fornecimento de nitrogênio.

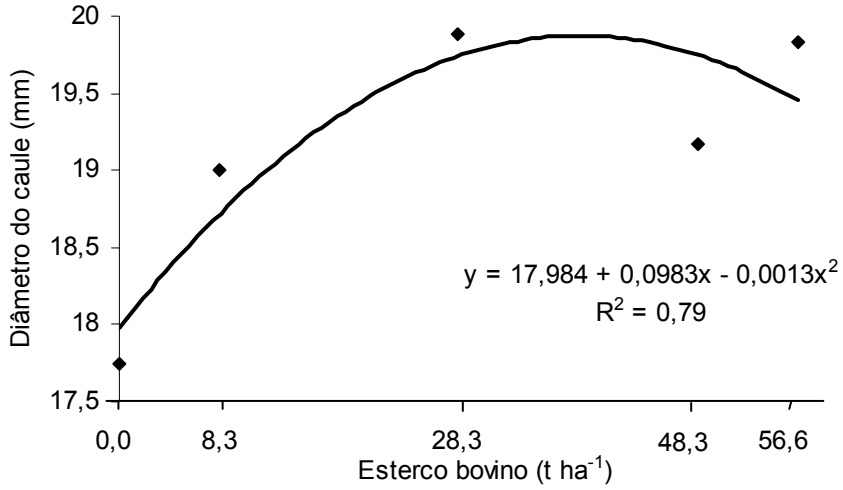
O diâmetro do caule foi influenciado apenas pelas doses de esterco bovino, com acréscimos de acordo com o modelo quadrático (Figura 2), alcançando valor máximo (19,8 mm) na dose de 37,8 t ha^{-1}. Embora outros nutrientes estejam relacionados com o crescimento do caule em diâmetro, Haag e Homa (1968) constataram que a ausência de nitrogênio foi o tratamento que afetou sensivelmente esse crescimento, pois o caule se apresentou fino. Portanto, esta pode ser a explicação para a resposta dessa característica somente ao esterco bovino, que,

além de nitrogênio, fornece os micronutrientes boro e zinco, também importantes, segundo Ribeiro et al. (1998), para o aumento do diâmetro do caule.



* Significativo a 5% de probabilidade e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 1. Altura de planta de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



▲ Significativo a 10%de probabilidade pelo teste F

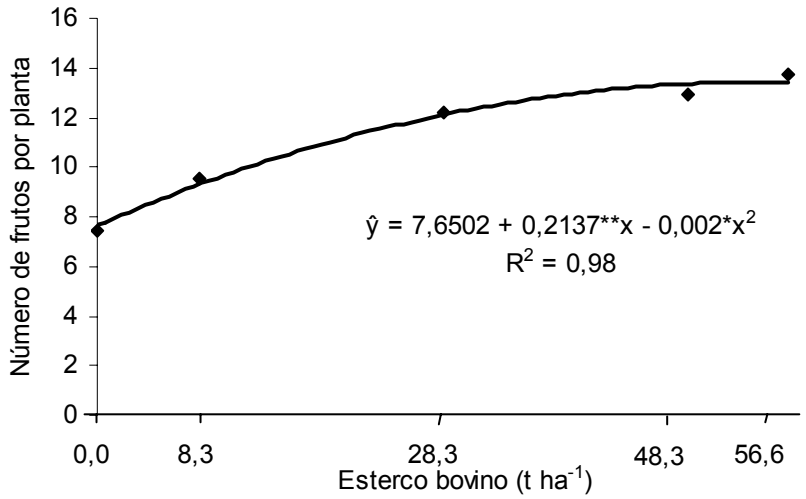
Figura 2. Diâmetro de caule de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

3.2. Número e produção de frutos por planta, peso médio de fruto e produtividade

O número de frutos por planta (Figura 3) aumentou, de forma quadrática, em função das doses de esterco bovino, atingindo valor máximo (13,0 frutos planta^{-1}) na dose de 53,4 t ha^{-1}, mas não foi influenciado pela aplicação de termofosfato magnesiano. Esse número foi inferior ao obtido por Antonini et al. (2002), com a mesma cultivar (23 frutos planta^{-1}) utilizada no presente estudo, porém a cultura foi adubada convencionalmente e o espaçamento, de 1,5 m x 1,0 m, foi menos adensado. Conforme Portes (1996), em espaçamentos mais adensados a luz pode ser insuficiente, e os produtos da fotossíntese não suprirão a demanda da planta, podendo diminuir o número de frutos por planta. Esse efeito, associado à liberação mais lenta de nutrientes pelo esterco bovino (Kiehl, 1985), possivelmente, explica o menor valor dessa característica, no presente trabalho. Contudo, menor número de frutos por planta, em espaçamentos mais adensados, não configuram desvantagem, se resultar em maior produção por área.

De acordo com Santos et al. (2001b) o aumento do número de frutos por planta, em função da adubação, ocorre devido a um maior desenvolvimento vegetativo, possibilitando a formação de maior número de inflorescências por planta. Em berinjela, a deficiência de diferentes nutrientes, como nitrogênio, fósforo, cálcio, boro, cobre e zinco, está associada à redução do número de flores (Malavolta et al., 1974; Ribeiro et al, 1998). Assim, o número de frutos por planta aumentou quando foi incrementado, através de fertilização convencional, o fornecimento de nitrogênio e fósforo (Saimbhi et al., 2002). Por outro lado, Swiader e Morse (1982) não constataram resposta dessa cultura ao fósforo do solo, e atribuíram ao seu sistema

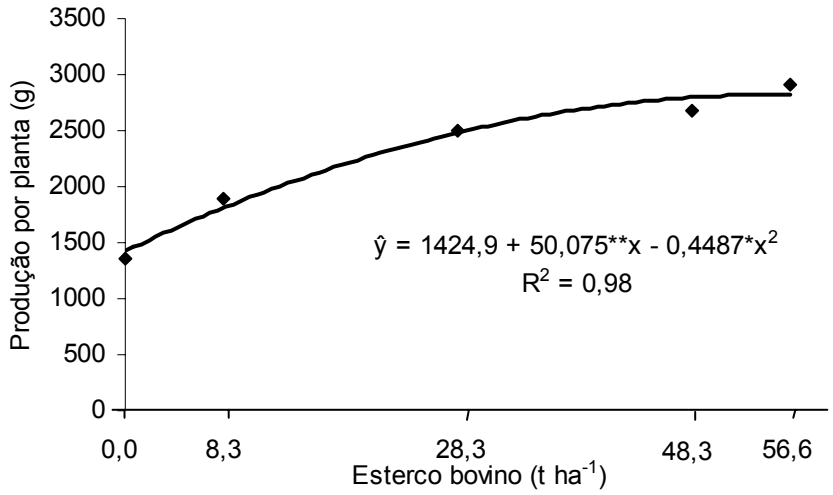
radicular um tanto limitado, que reduz a exploração do volume de solo utilizável. Particularmente em se tratando do fósforo, a ausência de resposta dessa característica ao termofosfato magnesiano, fonte desse nutriente, guarda semelhança com as observações dos últimos autores citados. Ademais, a adubação em leira deve ter contribuído nesse sentido, já que o fósforo é imóvel no solo e as raízes dessa espécie penetram nele em profundidade. Por outro lado, Swiader e Morse (1984) verificaram em pesquisa com solanáceas, incluindo a berinjela, que o incremento do conteúdo de umidade e de sua disponibilidade pela adição de matéria orgânica, afetou a aquisição do fósforo da solução do solo, por influenciar positivamente a difusão desse nutriente para as raízes, e atribuíram o acréscimo de rendimento, em cada nível nutricional, principalmente à melhoria nos níveis de umidade do solo do que ao fator nutricional. Deve ser considerado, também, que com a dose de esterco bovino (55,40 t ha^{-1}) em que o fósforo do solo atingiu o valor máximo, foram fornecidos 198,89 kg ha^{-1} de fósforo.



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 3. Número de frutos por planta de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

A produção de frutos por planta foi aumentada de forma quadrática com o aumento das doses de esterco bovino (Figura 4), e, igualmente, não respondeu ao termofosfato magnesiano. Desse modo, a produção máxima de frutos por planta (2822,0 g) foi obtida com 55,8 t ha^{-1}, dose muito próxima da máxima empregada (56,6 t ha^{-1}). A produção por planta depende, fundamentalmente, do peso e do número de frutos por planta (Ghai e Thakur, 1987; Tavares et al, 1999), e de suas magnitudes. Silva et al. (2001) constataram que a supressão do número de frutos, ocasionada pelo desbaste, foi compensada pela maior produção de frutos graúdos, refletindo-se positivamente na produção por planta. Em tomateiro cultivado em substrato à base de esterco suíno, a produção por planta foi máxima com a proporção de 26,38% desse esterco no substrato, porém, decresceu quando proporções mais elevadas foram utilizadas, o que foi atribuído à excessiva elevação do pH, da condutividade elétrica do extrato de saturação e dos teores de fósforo e potássio (Loures et al., 1998). A queda verificada na produção de uma cultura, com níveis mais elevados de esterco animal, em geral, ocorre em virtude do aumento de sais solúveis no solo, sendo que os níveis prejudiciais dependem muito da espécie (Trindade et al., 2001). Portanto, para a berinjela, a dose de esterco bovino a partir da qual houve restrição da produção de frutos por planta foi bastante elevada (55,8 t ha^{-1}), podendo ser indicativo de boa tolerância a níveis elevados de salinidade no solo.



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 4. Produção por planta de frutos de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

A exemplo do número e produção de frutos por planta, o peso médio de fruto (Figura 5), aumentou, de forma quadrática, em função apenas das doses de esterco bovino, alcançando valor máximo (210,0 g) com 47,8 t ha^{-1}. Esse peso médio encontra-se dentro do intervalo (200 a 250 g) registrado por Ribeiro et al. (1998) para a mesma cultivar, indicando que o emprego do esterco bovino é eficiente em elevar o peso de frutos da berinjela. No tomateiro, Salek et al. (1981) constataram aumento do peso médio de fruto com o uso de esterco de galinha. Já Mello et al. (2000), associando materiais orgânicos com adubação NPK, não constataram diferença significativa relativamente à adubação NPK isoladamente, quanto ao peso médio de fruto em pimentão.

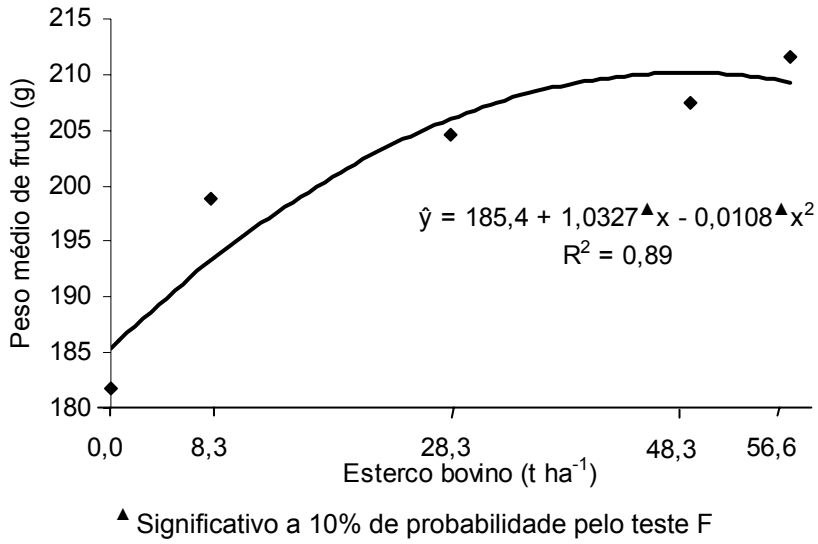
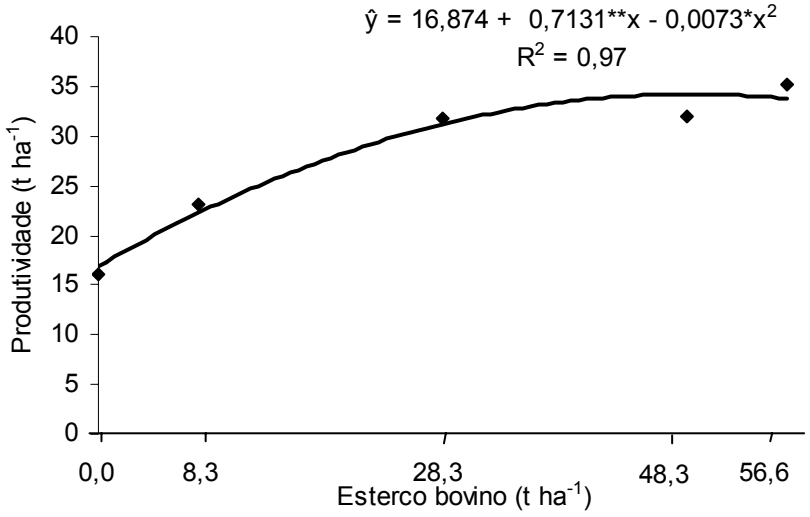


Figura 5. Peso médio de fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

A produtividade, calculada com base nos frutos comerciais, aumentou com o incremento das doses de esterco bovino, de forma quadrática (Figura 6), sendo a dose de 48,8 t ha^{-1} responsável pelo seu valor máximo, de 37,3 t ha^{-1}. Essa produtividade é bem superior à média nacional de 25 t ha^{-1} (Ribeiro et al., 1998) e às obtidas em sistema orgânico com o híbrido F-100 no espaçamento de 1,4 m x 0,7 m e uso de adubação verde, em monocultura e consorciação, 21,5 t ha^{-1} e 20,5 t ha^{-1}, respectivamente (Castro et al., 2004). Essa boa performance produtiva atesta os efeitos benéficos do uso do esterco bovino na berinjela, possivelmente devido ao suprimento de nutrientes de forma equilibrada proporcionado pela dose responsável pela máxima produtividade, aliado ao melhor condicionamento do solo (Oliveira et al., 2001). Com esterco de aves, utilizado em quantidade para fornecer o dobro da dose de nitrogênio (360 kg ha^{-1}) do fertilizante mineral nitrogenado (180 kg ha^{-1}), Hochmuth e Cordasco (2003) encontraram o mesmo rendimento de frutos comerciais. De certa forma, o baixo percentual de frutos defeituosos, que se confirmou para as parcelas em geral, isso porque não se deu significância da

regressão para essa característica, sendo a média geral do ensaio de apenas 4,8 %, foi determinante para essa produtividade satisfatória. Considerando a ausência de resposta ao termofosfato magnesiano, para essa característica, os bons níveis produtivos alcançados com o uso somente do esterco bovino, de certa forma confirmam a afirmativa de Hegde (1997), de que, entre as solanáceas, a berinjela é a mais eficaz na utilização de nutrientes disponíveis no solo. Bem como, de que se trata de uma espécie bastante promissora para cultivo orgânico, desde que, aliada às técnicas de manejo, seja utilizada a cultivar apropriada.



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

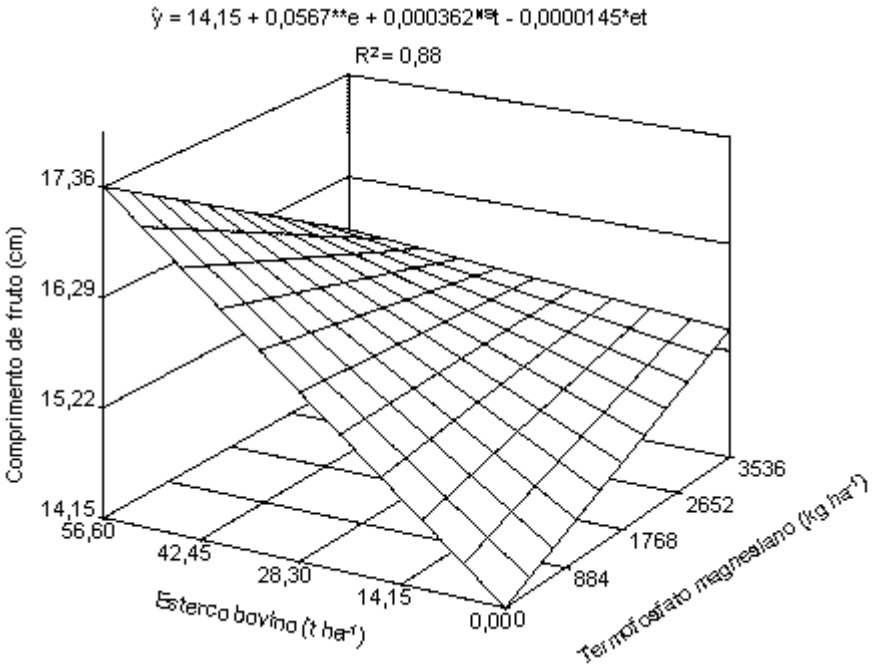
Figura 6. Produtividade de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

3.3. Comprimento, diâmetro e formato do fruto

O comprimento de fruto incrementou linearmente com as doses de esterco bovino, verificando-se interação negativa com as doses de termofosfato magnesiano (Figura 7). Assim, o comprimento de fruto foi maior (17,4 cm) com a maior dose de esterco bovino (56,6 t ha^{-1}) na ausência de termofosfato magnesiano, tendo diminuído para 15,7 cm, quando a dose de termofosfato magnesiano foi elevada

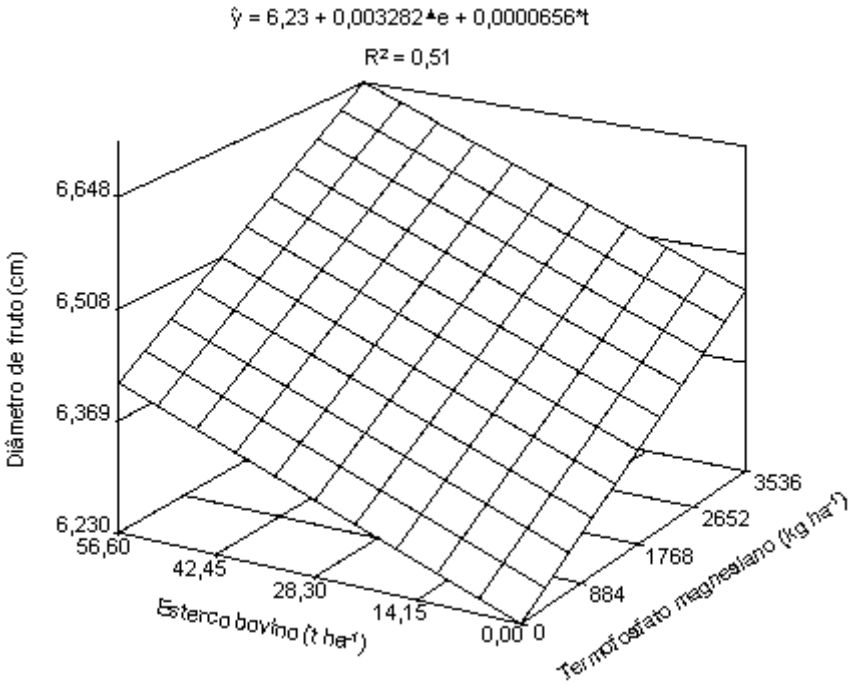
para 3536 kg ha^{-1}, por efeito da interação negativa. O diâmetro de fruto aumentou linearmente com as doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano (Figura 8), portanto, seu maior valor (6,7 cm), dentro do intervalo estudado, verificou-se na combinação das maiores doses utilizadas desses adubos, indicando que um aumento dessa característica poderia ocorrer acima dessas doses. Os valores de comprimento e diâmetro de fruto encontram-se dentro da faixa dos limites mínimo e máximo relativamente aos frutos comerciais de berinjela (Ribeiro et al., 1998).

Quanto ao índice de formato (Figura 9), verifica-se que o esterco bovino interferiu negativamente sobre essa variável. O menor valor do índice de formato (0,39) ocorreu na maior dose de esterco bovino, indicando um maior alongamento do fruto com o incremento das doses desse insumo. O formato oblongo alongado é característica do fruto da cultivar utilizada no presente estudo (Ribeiro et al., 1998), entretanto, seu alongamento acentuou-se pelo efeito da adubação orgânica.



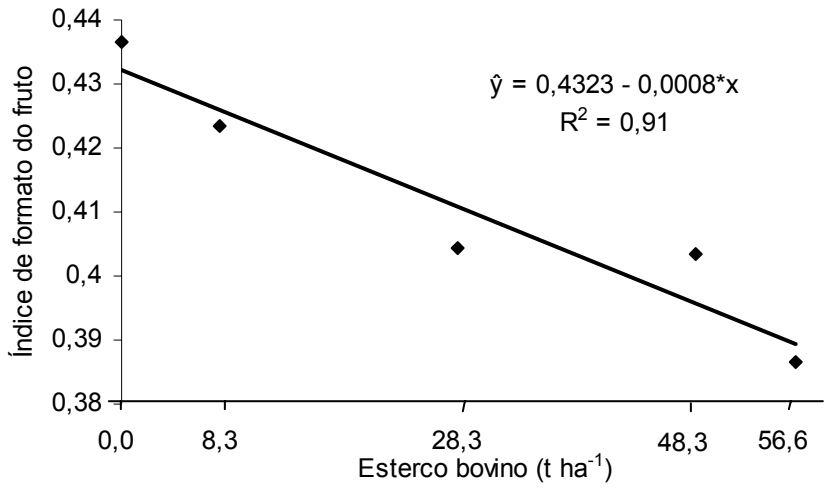
**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 7. Comprimento de fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



*/▲ Significativo a 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 8. Diâmetro de fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Figura 9. Índice de formato do fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

3.4. Efeito dos tratamentos adicionais para as características agronômicas

O contraste termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca não foi significativo para qualquer das características (Tabela 1), demonstrando ausência de efeito da urina de vaca em alterá-las. A ausência de efeito da urina de vaca, pode ter sido em decorrência das altas precipitações, alterando os nutrientes fornecidos por ela, principalmente o nitrogênio. De acordo com Malavolta (1980a), o conteúdo de $N\text{-}NO_3$ do solo é bastante flutuante em função de precipitações pluviais. Também, alguns componentes menores da urina, como o ácido hipúrico, podem ter alterado as transformações microbianas do nitrogênio, além de aumentar a volatilização do NH_3 do solo, diminuindo as concentrações de NH_4 na solução do solo (Shand et al., 2002). Em se tratando do potássio, do qual a urina de vaca é boa fonte, o fornecimento pelo esterco e pelo sulfato de potássio, devem ter sido determinantes para a falta de resposta das características, mesmo considerando a elevada exigência da berinjela por esse nutriente para a produção de frutos (Hegde, 1997).

Já o contraste superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foi significativo para altura de planta número de frutos por planta, produção por planta e produtividade, não sendo significativo para as demais (Tabela 1). Observa-se pela ŷ do contraste, para essas características, respectivamente, que a associação superfosfato triplo com uréia foi superior, em média, em 3,59 frutos planta^{-1}, 808,44 g planta^{-1}, 10,04 t ha^{-1} ao termofosfato magnesiano com urina de vaca, sendo inferior, entretanto, relativamente à altura (-1,33 cm, em média). Estimando-se os acréscimos por hectare (12500pl ha^{-1}), para número de frutos por planta e produção por planta, a partir desses resultados, tem-se, respectivamente:

44875 frutos e 10.105,5 kg ha^{-1}. Estes acréscimos envolvem frutos comercializáveis e não comercializáveis. Em se tratando da altura, Amaral Junior et al. (1997) mencionam que plantas mais altas produzem maior número de frutos. Entretanto, aqui, a menor altura não resultou em menor número de frutos por planta, possivelmente, por ser a diferença, na prática, pouco expressiva.

Tabela 1. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para algumas características agronômicas de berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Características	**Médias**			**ŷ**	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
Altura da planta (cm)	85,83	85,0	84,50	$-0,83^{ns}$	-1,33*
Diâmetro do caule (mm)	19,83	18,42	18,92	$-1,41^{ns}$	$-0,91^{ns}$
Número de frutos por planta	12,25	11,94	15,84	$-0,31^{ns}$	3,59**
Produção por planta (g $planta^{-1}$)	2544,79	2462,77	3353,23	$-82,02^{ns}$	808,44**
Peso médio de frutos (g)	207,61	206,23	211,85	$-1,38^{ns}$	$4,24^{ns}$
Frutos com defeitos (%)	3,92	6,13	3,51	$2,21^{ns}$	$-0,41^{ns}$
Produtividade (t ha^{-1})	30,66	29,21	40,70	$-1,45^{ns}$	10,04**
Comprimento de fruto (cm)	16,12	16,05	16,15	$-0,07^{ns}$	$0,03^{ns}$
Diâmetro de fruto (cm)	6,55	6,40	6,50	$-0,15^{ns}$	$-0,05^{ns}$
Índice de formato	0,40	0,40	0,40	$0,0^{ns}$	$0,0^{ns}$

**/* Significativo (P<0,01/P<0,05) e ^{ns}não significativo pelo teste F/teste Bonferroni.

3.5. Teores de macronutrientes na folha

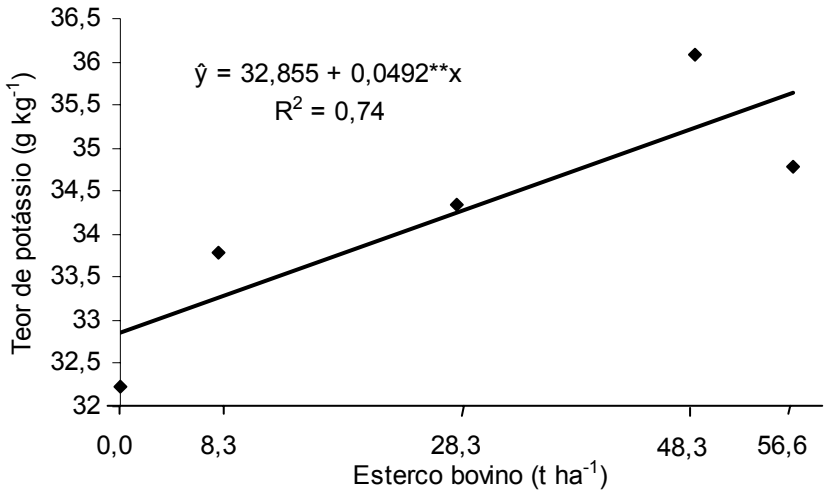
O teor de nitrogênio na folha não variou significativamente em função das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, com média geral de 49,8 g kg^{-1}. Portanto, as doses não promoveram um campo de variação suficiente, no teor

foliar desse nutriente, para que o relacionamento entre a variável dependente e independente pudesse ser detectado, e ocorresse a significância da regressão. A elevada precipitação pluvial, lixiviando parte do N- NO_3 mineralizado (Dinnes et al., 2002), deve ter diminuído as quantidades desse nutriente no solo, e conseqüentemente, na planta. Desse modo, contribuindo para inibir um provável efeito de concentração do nitrogênio, especialmente, se ocorreu translocação mais intensa desse nutriente, em função de sua baixa aquisição (Larcher, 2000). Entretanto, pelo fato do solo permanecer, por mais de dez anos, livre de cultivo, deve ter fornecido razoáveis quantidades de nitrogênio, pela decomposição da matéria orgânica acumulada, junto com o esterco bovino, pois, o teor foliar foi superior ao intervalo (20,0-40,0 g kg^{-1}), em geral, encontrado na matéria seca das plantas (Mengel e Kirkby, 1987), e praticamente igual ao considerado adequado (48,2 g kg^{-1}) para a berinjela (Malavolta, 1987).

A exemplo do nitrogênio, o teor de fósforo na folha não variou significativamente em função das doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano, com média geral de 4,97 g kg^{-1}. O fósforo, fornecido pelo termofosfato magnesiano, devido sua imobilidade no perfil (Novais e Smyth, 1999), não deve ter sido, suficientemente alcançado pelas raízes da berinjela, que chegam a atingir próximo de 1,0 m de profundidade. Por outro lado, Cassol et al. (2001) afirmam que parte do fósforo contido na matéria orgânica poderá ser mineralizada durante o período de cultivo, e ficar disponível às plantas, porém, é necessário que o teor de fósforo total do material seja superior a 2,0 g kg^{-1}. No caso de esterco bovino, ele tinha 3,6 g kg^{-1} de fósforo. Assim, como o teor de fósforo situou-se acima do considerado suficiente (3,6 g kg^{-1}) em folhas recém-maduras de berinjela (Malavolta, 1987), deve ter ocorrido fornecimento desse nutriente pela matéria orgânica do solo,

pelo esterco bovino e pelo termofosfato magnesiano, porém não se verificando significância dos fatores estudados.

O teor foliar de potássio variou em função somente das doses de esterco bovino, de forma linear crescente (Figura 10). O potássio está facilmente disponível em adubos orgânicos, que, dependendo das doses, podem veicular níveis altos desse nutriente em plantios, logo após sua incorporação, podendo, no entanto, permanecer retido pelos colóides do solo (Rodrigues e Casali, 1998). Sobre a dose básica de sulfato de potássio e de urina de vaca, que também forneceram potássio, observa-se que o incremento linear (0,0492) para cada unidade de esterco bovino aplicada foi bem acentuado, o que é concordante com o fato de que esse nutriente é aquele extraído em maiores quantidades pela berinjela (Malavolta et al., 1974). O teor mais alto de potássio (35,6 g kg^{-1}) deu-se na dose mais elevada de esterco bovino (56,6 t ha^{-1}) e foi inferior ao desejável (40,9 g kg^{-1}), em termos de suficiência, em folhas novas da berinjela (Malavolta, 1987). É possível que o efeito do esterco bovino tenha, em parte, relação com o fornecimento de nitrogênio, proporcionando aumento do comprimento de raízes e do número de pelos radiculares, resultando em maior absorção de potássio pelas plantas, isso porque os pelos absorventes aumentam grandemente a superfície da raiz acessível ao potássio por difusão, através das películas de água que rodeiam as partículas do solo (Tisdale et al., 1985). Pelo fato da berinjela ser exigente tanto em nitrogênio como em potássio (Hegde, 1997), a aquisição de nitrogênio somente de origem orgânica, pode ter sido insuficiente para atender ao crescimento radicular de maneira a proporcionar maior absorção de potássio.

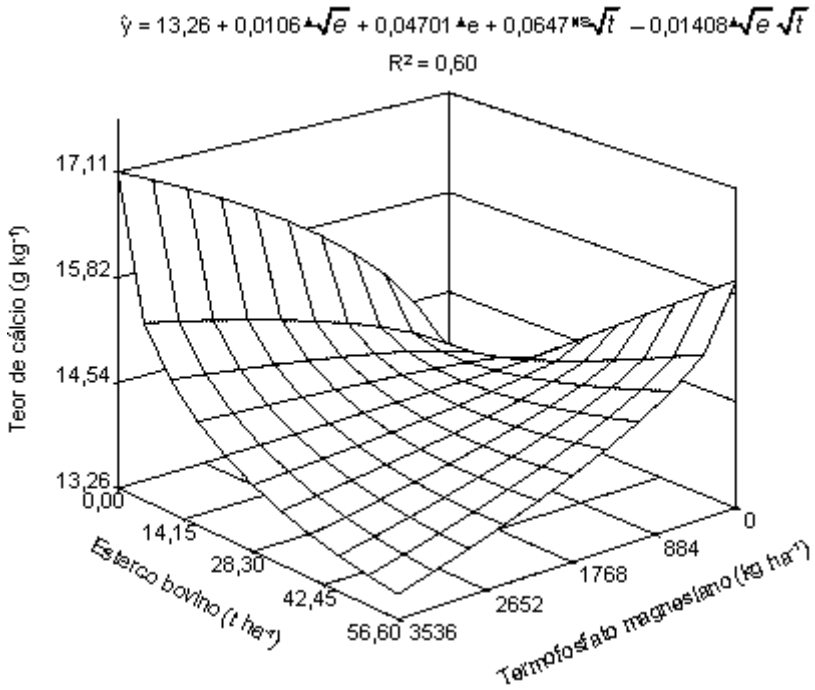


** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 10. Teor de potássio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

As doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano interagiram negativamente para o teor de cálcio na folha (Figura 11). Na ausência de termofosfato magnesiano, o teor de cálcio incrementou com as doses de esterco bovino, conforme o modelo raiz quadrático, atingindo 16,0 g kg^{-1}. Contudo, o teor do nutriente foi decrescendo com o aumento das doses de termofosfato magnesiano, por efeito da interação negativa. Assim, nas suas maiores doses atingiu o menor valor (13,6 g kg^{-1}). A combinação de 21,1 t ha^{-1} de esterco bovino com 988,3 kg ha^{-1} de termofosfato magnesiano foi responsável pelo máximo teor de cálcio na folha (14,3 g kg^{-1}), inferior àquele considerado adequado (22,7 g kg^{-1}) para a berinjela (Malavolta, 1987). Como o efeito raiz quadrático do termofosfato magnesiano não foi significativo, a provável explicação para a interação negativa se deve ao fato de que em doses elevadas, os fosfatos procedentes do fertilizante reagem com o cálcio, em condição de alto pH, para formar compostos de baixa solubilidade (Grant et al.,

2001), o que pode ter ocorrido com o aumento das doses do termofosfato magnesiano, que possui efeito de correção do solo.

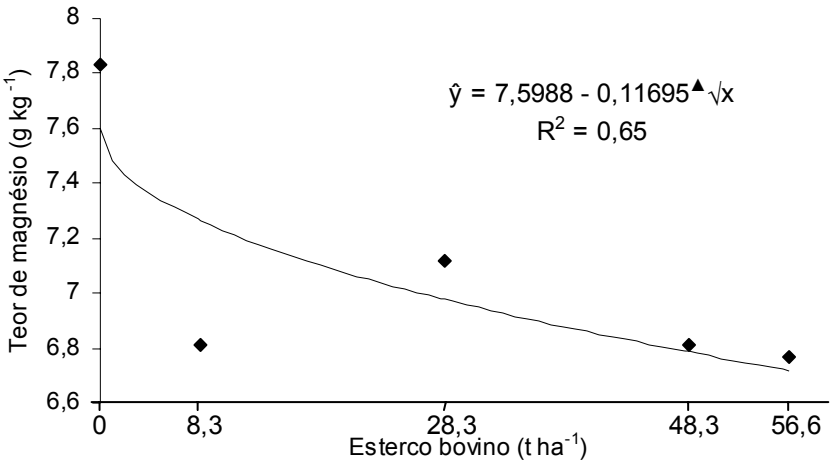


▲ Significativo a 10% de probabilidade e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 11. Teor de cálcio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

O teor foliar de magnésio decresceu em função somente das doses de esterco bovino, ajustando-se ao modelo raiz quadrático (Figura 12), registrando-se o menor teor (6,72 g kg^{-1}), na maior dose desse adubo orgânico (56,6 t ha^{-1}), dentro do intervalo estudado. O aumento do suprimento de potássio, com as doses de esterco bovino, deve ter diminuído a absorção e disponibilidade fisiológica de magnésio, devido ao efeito competitivo (Marschner, 1995), levando ao menor teor na dose mais alta, dentro do intervalo estudado. Esse menor teor, entretanto, é bem superior ao considerado adequado (0,7 g kg^{-1}), em folhas recém-maduras de berinjela, por Malavolta (1987), e à faixa ótima (1,5-3,5 g kg^{-1}) na matéria seca nas partes vegetativas, para o ótimo crescimento das plantas (Marschner, 1995).

A ausência de efeito do termofosfato magnesiano sobre o teor foliar de magnésio, provavelmente, foi em razão dos teores elevados desse nutriente no solo, inicialmente. Ou, porque em condição de alto pH, promovida pelo termofosfato magnesiano (Tabela 7), deve ter ocorrido competição com o cálcio e sódio (Mello et al., 1989), cujos teores no solo eram médios, e, no caso do primeiro foi ainda fornecido pelo termofosfato magnesiano; aliado, também, à formação de compostos de baixa solubilidade com os fosfatos procedentes desse fertilizante (Tisdale et al, 1985), nessa condição de pH do solo.

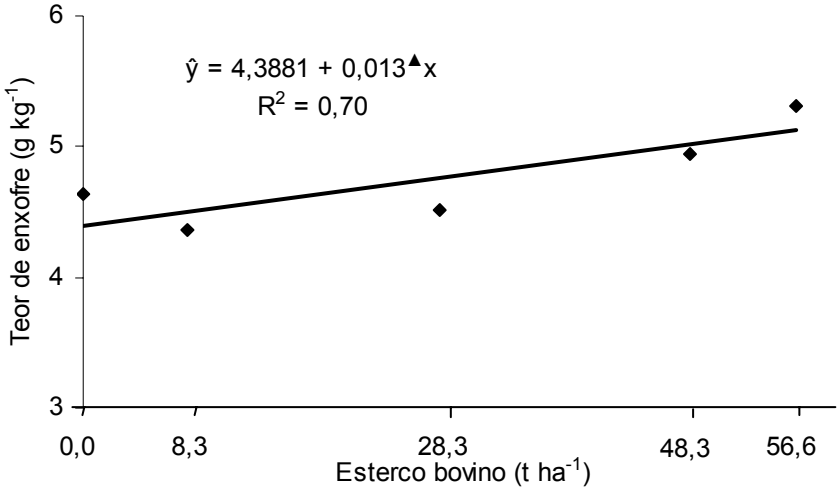


▲ Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F

Figura 12. Teor de magnésio na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

O teor de enxofre na folha foi afetado somente pelas doses de esterco bovino, aumentando linearmente (Figura 13), evidenciando o efeito do esterco bovino como fonte desse nutriente, mesmo tendo ele sido fornecido, também, como sulfato de potássio. A berinjela é pouco exigente em enxofre (Haag e Homa, 1968), entretanto, as raízes não possuem um mecanismo eficiente para evitar absorção elevada do mesmo (Furtini Neto et al., 2000). O maior teor (5,12 g kg^{-1}) ocorreu na dose mais

alta de esterco bovino, e foi superior ao recomendado (2,0 g kg^{-1}) em folhas novas da berinjela (Malavolta, 1987), sendo esse resultado concordante com o de Viator et al. (2002), que constataram incremento de enxofre foliar com uso de composto orgânico.



▲ Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F

Figura 13. Teor de enxofre na folha de berinjela em função de doses de esterco bovino. Areia, UFPB, 2005.

3.6. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de macronutrientes na folha

O contraste termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca não foi significativo para qualquer dos macronutrientes (Tabela 2), demonstrando que a urina de vaca não proporcionou alterações significativas nos teores foliares dos macronutrientes na berinjela. Particularmente, em se tratando do nitrogênio e do potássio, macronutrientes encontrados em maiores quantidades na urina de vaca, é provável que as elevadas

precipitações, durante grande parte do período de condução do ensaio, tenham minimizado os seus efeitos, em razão das perdas por lixiviação.

O contraste superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca, igualmente, não foi significativo para esses teores (Tabela 2). Possivelmente, pelo fato de que nem sempre os teores em órgãos são proporcionais às quantidades absorvidas, devido aos efeitos de concentração e diluição, em particular quanto ao nitrogênio, e de acordo com Taiz e Zeiger (2004), pode ocorrer com os nutrientes móveis, em decorrência do equilíbrio entre fonte e dreno.

Tabela 2. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para os teores foliares de macronutrientes em berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Macronutriente	**Médias**			**ŷ**	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
	---------- g kg^{-1} ----------				
Nitrogênio	51,34	41,42	49,99	$-9,92^{ns}$	$-1,35^{ns}$
Fósforo	5,54	5,79	6,53	$0,25^{ns}$	$0,99^{ns}$
Potássio	35,16	35,71	34,79	$0,55^{ns}$	$-0,37^{ns}$
Cálcio	14,19	17,29	14,60	$3,10^{ns}$	$0,41^{ns}$
Magnésio	7,00	7,69	6,93	$0,69^{ns}$	$-0,07^{ns}$
Enxofre	4,48	5,29	4,12	$0,81^{ns}$	$-0,36^{ns}$

^{ns} Não significativo pelo teste F.

3.7. Análise de componentes principais para os teores de macronutrientes na folha

A análise de componentes principais, aplicada na matriz de correlações dos teores de macronutrientes na folha, possibilitou a identificação de três componentes principais, que representam 77,36 % da variância total das características originais (Tabela 3). O primeiro componente principal (CP1) representa o fósforo (-0,3468), potássio (-0,3003), enxofre (-0,3264) e cálcio (-0,2951), com os maiores coeficientes, de sinal negativo, contrastando com o nitrogênio (0,2111), com o maior coeficiente positivo. Em geral, o CP1 apresenta o mais alto poder explicatório dos dados originais (Vainionpää et al., 2000), portanto, esses nutrientes têm o poder de alterar o valor desse componente principal. Assim, um aumento no teor de nitrogênio promoverá diminuição nos teores daqueles de sinais negativos e vice -versa. Já o segundo componente principal (CP2) evidencia um contraste entre o potássio (-0,4549), com o maior valor de sinal negativo, e o magnésio (0,6601), com maior valor de sinal positivo, por conseguinte, um aumento de magnésio reduzirá o potássio foliar e vice-versa. Quanto ao terceiro componente principal (CP3), representa sinergismo entre nitrogênio (0,6380) e cálcio (0,5021), com os maiores coeficientes e de mesmo sinal. O nitrogênio, aumentando a massa foliar, incrementa a área disponível à transpiração, e o cálcio move-se preferencialmente através do xilema, estando sujeito à corrente transpiratória (Morgan, 2000), o que pode explicar esse resultado.

Tabela 3. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos teores de macronutrientes na folha de berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Macronutriente	CP1	CP2	CP3
Nitrogênio	**0,2111**	-0,1915	**0,6380**
Fósforo	**-0,3468**	-0,1343	-0,3748
Potássio	**-0,3003**	**-0,4549**	0,2441
Cálcio	**-0,2951**	0,1725	**0,5021**
Magnésio	-0,1392	**0,6601**	0,1458
Enxofre	**-0,3264**	0,0001	0,0701
λ	2,14	1,38	1,13
VA (%)	35,61	58,53	77,36

λ = Autovalor da matriz de correlação
VA = Variância acumulada

3.8. Teores de macronutrientes no fruto

As doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano interagiram negativamente para teor de nitrogênio no fruto (Figura 14). O teor aumentou, de forma quadrática, com as doses de esterco bovino, e como a dose de máxima ficou fora do intervalo estudado, o maior teor de nitrogênio no fruto (37,29 g kg^{-1}) foi obtido com a dose mais alta aplicada (56,6 t ha^{-1}). Esse maior teor decresceu, significativamente, por efeito da interação negativa com o termofosfato magnesiano, nas doses mais elevadas de esterco, o mesmo não sendo observado nas doses mais baixas de esterco bovino. Assim, para os dois fatores juntos, as doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano responsáveis pelo teor mais elevado (31,4 g kg^{-1}) foram 26,5 t ha^{-1} e 2817,0 kg ha^{-1}, respectivamente. Esse teor foi superior ao de frutos (26,3 g kg^{-1}) de berinjela cultivada em solução nutritiva (Haag e Homa, 1968), e praticamente igual ao teor encontrado em seus frutos (32,4 g kg^{-1}),

quando cultivada organicamente, após adubação verde de pré-plantio com *Crotalária juncea* (Castro et al., 2004).

O efeito do esterco bovino sobre o teor de nitrogênio já era esperado, por conter esse nutriente em sua composição. Em se tratando do termofosfato magnesiano, sua solubilização, nas doses mais altas, resulta em maior teor de cálcio e magnésio no solo, que segundo Mello et al. (1989), competem com o potássio diminuindo sua absorção. Como o transporte do nitrato (NO_3^{-1}) para a parte aérea das plantas, via xilema, envolve o potássio (K^+) (Yamada, 2002), a interação negativa pode estar expressando uma diminuição no transporte de nitrato pela redução da aquisição de potássio. Por outro lado, nas doses mais baixas de esterco bovino, para o solo arenoso do local do ensaio, a sua contribuição para a retenção dos cátions deve ter sido menor, considerando as precipitações elevadas no período, devendo ter ocorrido um melhor equacionamento da competição entre os cátions K^{+1}, Ca^{+2} e Mg^{+2}, os dois últimos fornecidos pelo termofosfato magnesiano. O solo, livre de cultivo por mais de uma década, e mantido sob vegetação natural nesse período, deve ter disponibilizado uma reserva satisfatória de nitrogênio em função da ciclagem e da menor perturbação de suas propriedades em geral, contribuindo para o resultado obtido.

O teor de fósforo no fruto foi afetado somente pelas doses de esterco bovino (Figura 15), com incremento linear crescente de 0,0297 para cada unidade adicionada, sendo que na dose mais elevada o teor de fósforo foi de 6,47 g kg^{-1}, sendo bem superior ao obtido em frutos (3,7 g kg^{-1}) de plantas de berinjela cultivadas em solução nutritiva (Haag e Homa, 1968). Os adubos orgânicos podem ser fonte (aumentar) ou dreno (diminuir) de fósforo na solução do solo, na dependência, entre outros, da atividade microbiana e de enzimas como as

fosfatases, que catalisam a reação de transformação do fósforo orgânico em inorgânico (Novais e Smith, 1999). Portanto, o esterco bovino funcionou como fonte de fósforo, devendo ter contribuído para isto, a sua concentração de fósforo (3,7 g kg^{-1}) superior a 0,2%, o que favorece a mineralização (Cassol, 2001), sendo que na dose máxima utilizada, foram adicionados 204 kg ha^{-1} de fósforo ao solo, que, em certa parte tornou-se disponível à cultura através da mineralização, o que pode explicar os resultados obtidos.

Quanto ao teor de potássio no fruto, a superfície de resposta evidencia crescimento linear com as doses de esterco bovino, e quadrático com as doses de termofosfato magnesiano (Figura 16). As doses que resultaram no teor máximo de potássio no fruto (57,55 g kg^{-1}) foram 56,6 t ha^{-1} de esterco bovino e 1471,1 kg ha^{-1} de termofosfato magnesiano, sendo superior ao constatado em frutos (21,2 g kg^{-1}) de tomateiro fetiirrigado com 198,0 kg ha^{-1} de potássio (Fontes et al., 2000). Os resultados obtidos podem ser explicados pelo fato desse nutriente estar facilmente disponível em adubos orgânicos (Rodrigues e Casali, 1998), e ser abundante no floema, via predominante de nutrição do fruto. Contudo, sua absorção e retenção em células vegetais são competitivamente afetadas por cálcio e magnésio (Mengel e Kirkby, 1987), aqui, fornecidos pelo termofosfato magnesiano, o que pode ter promovido teor declinante, nas doses mais elevadas desse fertilizante.

Para o teor de cálcio no fruto, a superfície de resposta aponta efeito linear crescente para o esterco bovino, com interação negativa em relação às doses de termofosfato magnesiano (Figura 17). Com a maior dose de esterco bovino (56,6 t ha^{-1}), isoladamente, o teor de cálcio atingiu 2,3 g kg^{-1}, enquanto na combinação das maiores doses dos dois adubos, esse teor decresceu para 1,7 g kg^{-1}. O aumento das concentrações de cálcio na solução do solo não necessariamente leva ao

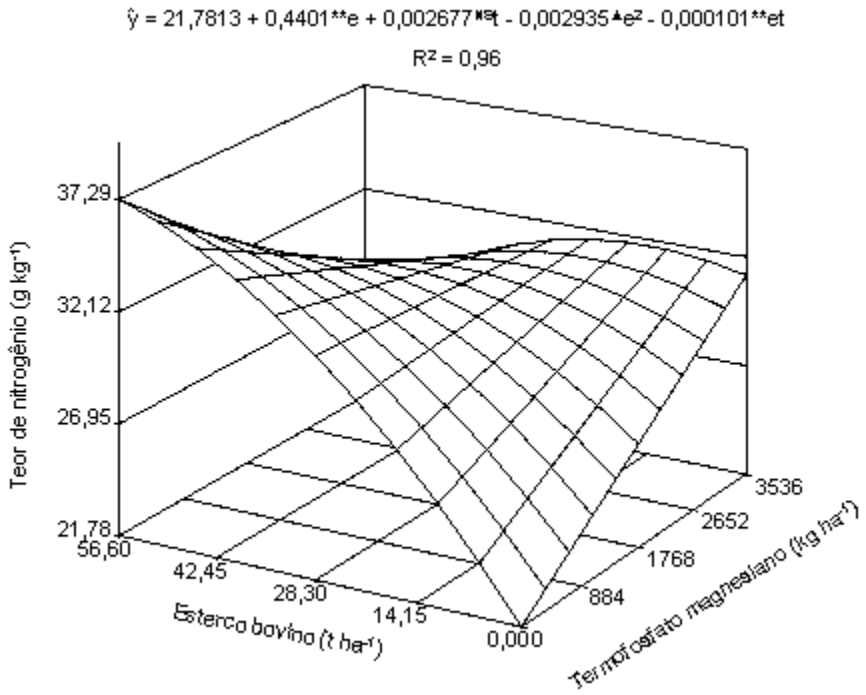
incremento desse nutriente no fruto, sendo o seu conteúdo em geral baixo nos órgãos supridos via floema, pois as plantas possuem mecanismos que restringem o transporte desse nutriente para eles, atingindo, em geral, de 3,0 g kg^{-1} (Marschner, 1995). O maior teor de cálcio no fruto, encontrado neste estudo, é inferior ao de frutos (3,1 g kg^{-1}) de plantas sadias de berinjela cultivadas em solução nutritiva (Haag e Homa, 1968). Porém, é superior ao constatado em frutos (1,0 g kg^{-1}) de tomateiro fertiirrigado com doses de potássio (Fontes et al., 2000), e aos de figos (1,1-1,5 g kg^{-1}) obtidos de plantas adubadas com doses de esterco bovino e ovino (Mordogan et al., 2002). Sobre a interação negativa, vê-se que com o aumento das doses do termofosfato magnesiano, diminuiu o efeito positivo do esterco bovino sobre o teor de cálcio no fruto, provavelmente, em função da diminuição da aquisição de potássio pela competição com o cálcio e magnésio (Mello et al., 1989) fornecido por aquele fertilizante. Pois, o aumento na disponibilidade de potássio faz com que a célula adquira mais água (Malavolta, 1980b), sendo verificado que o conteúdo de água em plantas de milho foi incrementado pela adubação potássica (Tisdale et al., 1985). Portanto, no caso de frutos, que são supridos com cálcio, sobretudo, via xilema, através da corrente transpiratória (Mengel e Kirkby, 1987), uma diminuição na aquisição de potássio poderia resultar em menor condução de água aos frutos com prejuízo da translocação do cálcio.

O teor de magnésio no fruto aumentou, de acordo com o modelo quadrático, em função das doses de esterco bovino (Figura 18), sendo o teor máximo (5,9 g kg^{-1}) obtido com 46,3 t ha^{-1}. A matéria orgânica ajuda a manter o Mg^{2+} trocável do solo (Malavolta et al., 1997), o que deve ter sido importante no solo arenoso deste experimento, devido às precipitações pluviais elevadas no período, pois o magnésio é facilmente lixiviável (Raij, 1991). O esterco bovino aumenta os teores de nitrato no

meio radicular, que tem efeito benéfico na absorção do magnésio, e também, aumenta o potássio, que contribui para incrementar o teor de magnésio em frutos (Mengel e Kirkby, 1987). Isto, associado ao fato do esterco bovino ser, também, fonte desse nutriente, poderia explicar os resultados obtidos. Por outro lado, a ausência de resposta ao termofosfato magnesiano, provavelmente, tenha sido pelo seu elevado teor de cálcio (20%), comparado ao de magnésio (7%), pois o cálcio pode deprimir sua absorção (Marschner, 1995). O teor máximo foi bem superior ao encontrado em frutos (0,5 g kg^{-1}) de plantas sadias de berinjela cultivadas em solução nutritiva (Haag e Homa, 1968). Em solo arenoso pobre em húmus, Mordogan et al. (2002) constataram teores de magnésio em frutos de figo variando de 1,1 a 1,3 g kg^{-1}, utilizando somente adubação com esterco animal. Deduz-se que, pelo fato do magnésio ser móvel no floema, um aumento de sua aquisição pode resultar em teores mais elevados em frutos, o que deve ter ocorrido no presente estudo.

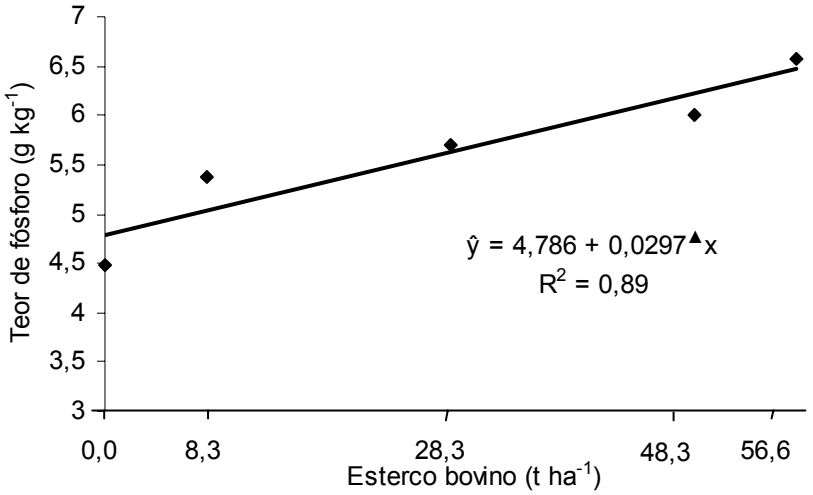
O teor de enxofre no fruto decresceu em função das doses de termofosfato magnesiano, conforme modelo quadrático (Figura 19). O teor mínimo (3,18 g kg^{-1}) deu-se na dose de 2000 kg ha^{-1}, e dentro do intervalo (1,0-5,0 g kg^{-1}) encontrado na matéria seca de tecidos de plantas (Marschner, 1995), sendo superior ao verificado em frutos (2,0 g kg^{-1}) de berinjela por Haag e Homa (1968). Apesar da matéria orgânica ser reserva de enxofre orgânico, não se confirmou a expectativa de resposta significativa ao esterco bovino. Segundo Raij (1991), quanto maior o pH do solo, menor será a adsorção de SO_4^{2-}. Assim, o termofosfato magnesiano contribuindo para o aumento do pH (Tabela 7), pois ele age como corretivo, deve ter diminuído a retenção do SO_4^{2-}, e, como o ânion sulfato concorre pelos mesmos sítios de absorção de fósforo (Silva et al., 2001), quando este nutriente, fornecido

pelo termofosfato magnesiano, achava-se em maior intensidade na solução do solo, deve ter contribuído para diminuir a absorção do SO_4^{2-}. Depois, quando isto, provavelmente, não ocorria, pelo efeito das doses mais altas de termofosfato magnesiano elevando muito o pH do solo, a competição com o fósforo foi menor, pela formação de compostos de baixa solubilidade do fósforo com o cálcio e magnésio (Tisdale et al., 1985), levando a que o teor de enxofre no fruto passasse a crescer. Por outro lado, em baixo pH do solo aumenta o transporte acrópeto do sulfato devido ao co-transporte H^+/SO_4^{2-} (Lin, 1981), o que deve ter sido importante relativamente à dose zero de termofosfato magnesiano, pois o pH era menor.



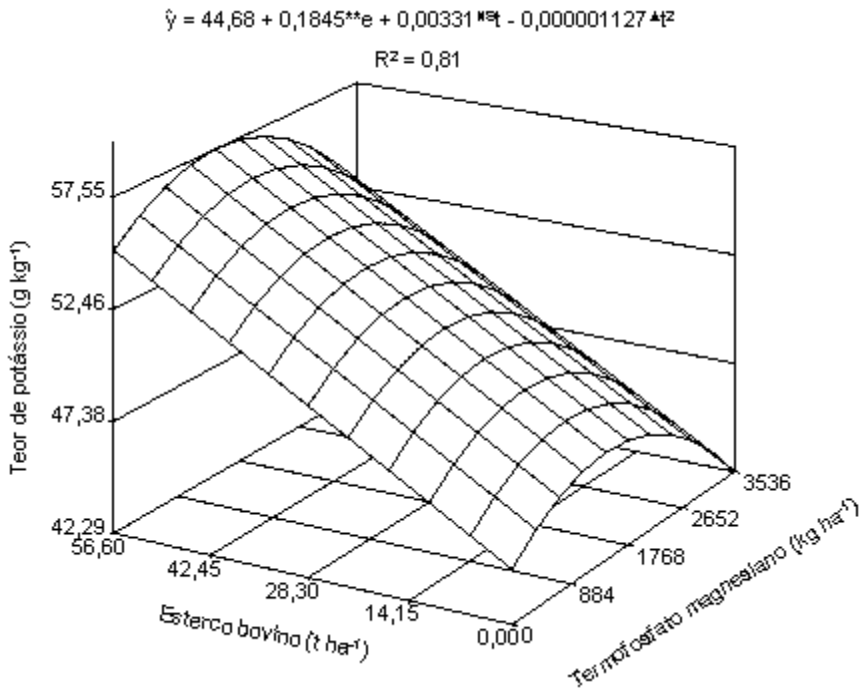
**/▲ Significativo a 1% e 10% de probabilidade e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 14. Teor de nitrogênio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



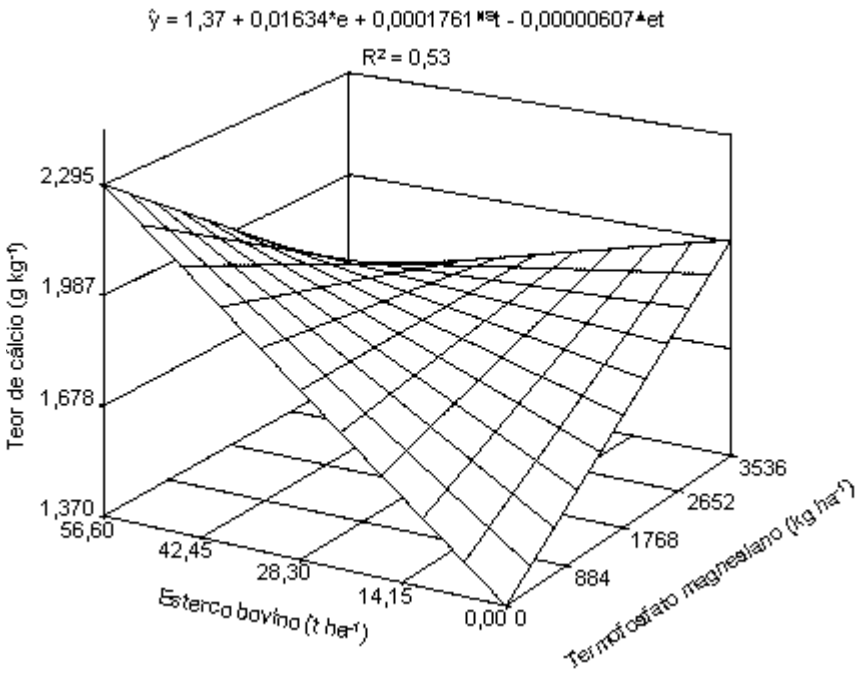
▲ Significativo a 10% de probabilidade pelo teste F

Figura 15. Teor de fósforo no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



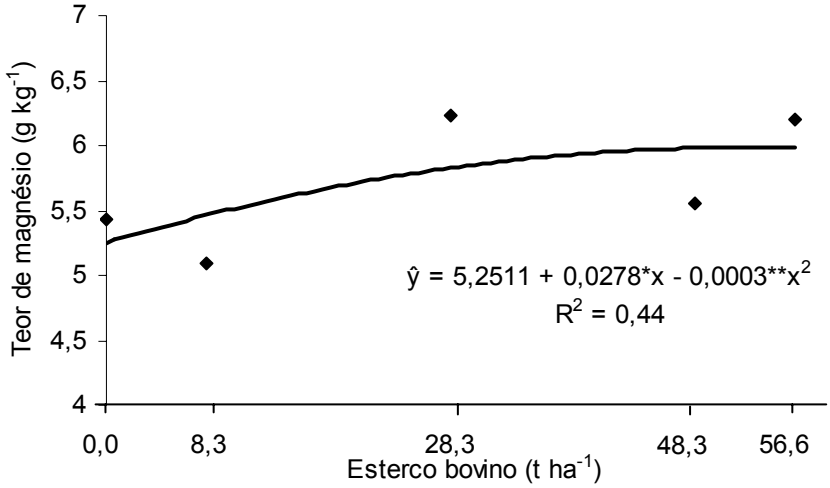
**/▲ Significativo a 1% e 10% de probabilidade e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 16. Teor de potássio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



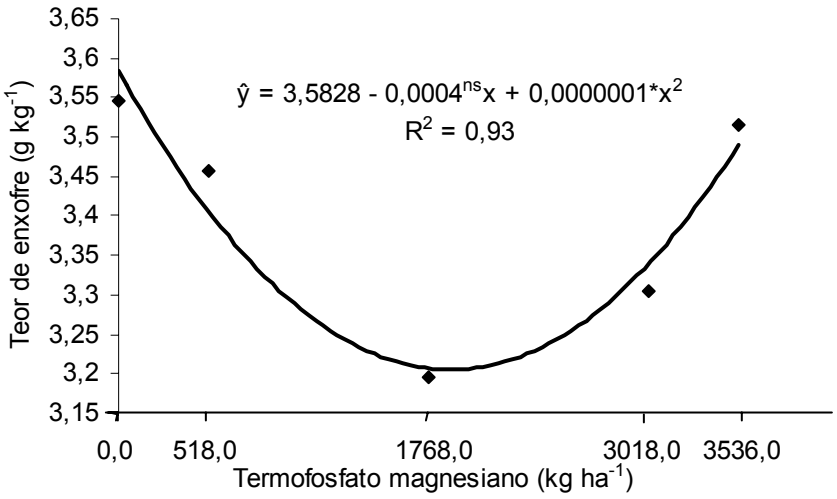
*/▲ Significativo a 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, e ns não significativo pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 17. Teor de cálcio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 18. Teor de magnésio no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.



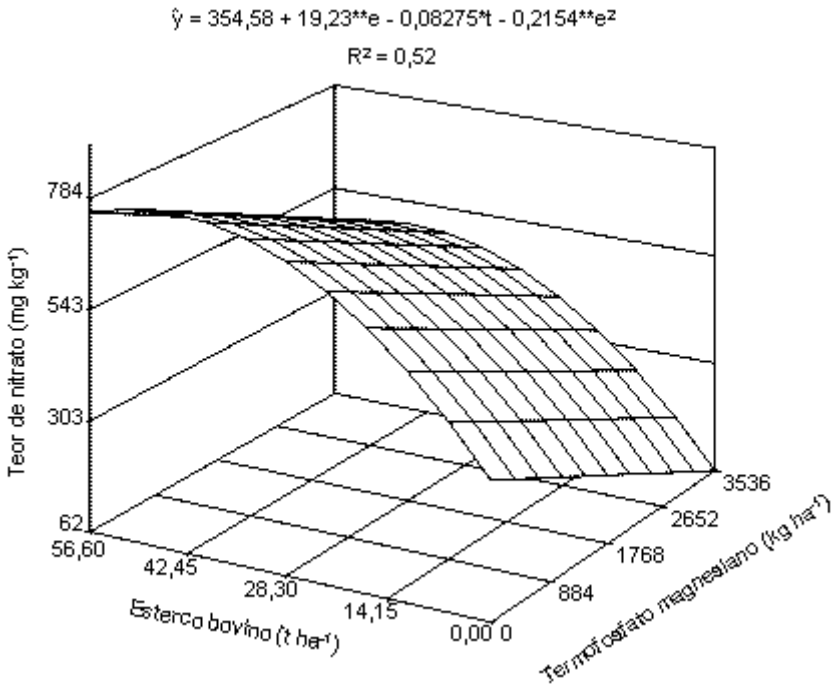
* Significativo a 5% de probabilidade, e ns não significativo pelo teste F

Figura 19. Teor de enxofre no fruto de berinjela em função de doses de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

3.9. Teor de nitrato no fruto

O teor de nitrato no fruto aumentou quadráticamente em função das doses de esterco bovino e decresceu linearmente com as doses de termofosfato magnesiano (Figura 20). O teor mínimo de nitrato no fruto (491,20 mg kg^{-1}) foi atingido com as doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano iguais a 44,62 t ha^{-1} e 3535,6 kg ha^{-1}, respectivamente. O teor máximo (783,77 mg kg^{-1}) foi com 44,62 t ha^{-1} de esterco bovino e a menor dose de termofosfato magnesiano (zero kg ha^{-1}). Em ambos os casos, os teores foram abaixo do limite crítico na matéria seca (2000 mg kg^{-1}) de hortaliças e frutos (Mengel e Kirkby, 1987). O menor teor de nitrato, na dose mais elevada de termofosfato magnesiano, deve estar relacionado com a elevação o pH, em função do aumento das doses desse adubo (Tabela 7), pois o nitrato é mais rapidamente absorvido em baixo pH (Rao e Rains, 1976), podendo ter ocorrido um maior direcionamento para o fruto via xilema, tendo em vista que frutos imaturos

transpiram bastante, e segundo Marschner (1995) o nitrato segue o fluxo transpiratório. Convém observar que o pH do solo (5,7), originalmente, denota acidez média, portanto, não limitante ao processo de mineralização. Deve ter contribuído, também, para o efeito negativo do termofosfato magnesiano sobre o nitrato no fruto, o efeito competitivo do cálcio e magnésio, fornecidos por ele, reduzindo a aquisição de potássio (Mello et al., 1989), pois este íon (K^+) está envolvido no transporte, via xilema, do nitrato para a parte aérea das plantas (Yamada, 2002).



**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; e = esterco bovino; t = termofosfato magnesiano

Figura 20. Teor de nitrato no fruto de berinjela em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

3.10. Efeito dos tratamentos adicionais para os teores de macronutrientes e de nitrato no fruto

O contraste termofosfato magnesiano sem urina de vaca versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foi significativo somente para o teor de magnésio e de nitrato no fruto (Tabela 4), demonstrando ausência de efeito da urina de vaca em modificar os demais teores. O nitrato influencia beneficamente a absorção de magnésio (Mengel e Kirkby, 1987). Embora com os teores de potássio sendo bem elevados, em caso de frutos não se aplica o efeito competitivo como em outros órgãos, pois segundo o último autor esse nutriente contribui para a translocação do magnésio em direção ao fruto. O maior teor de nitrato no fruto induz a pensar que a urina proporcionou condições mais favoráveis para os microorganismos nitrificantes, portanto maior disponibilidade de nitrato. Contudo isto não se refletiu no teor de nitrogênio total.

Por outro lado, foram observadas trocas, temporárias, no valor do pH do solo com uso de urina animal (Shand et al., 2002; Condon et al., 2005), e em situação particular devido ao pH ácido da urina causado pela hidrólise da uréia durante o processo de coleta (Condon et al., 2005). Como o nitrato é mais rapidamente absorvido em baixo pH (Mengel e Kirkby, 1987), pode-se pensar que fenômeno semelhante tenha ocorrido, levando a um maior direcionamento para o fruto via xilema, tendo em vista que frutos imaturos transpiram bastante. Embora os microorganismos nitrificantes prefiram pH do solo neutro ou levemente ácido (Mengel e Kirkby, 1987), mesmo em solos ácidos, podem existir micro-habitats com pH elevado, onde a acidez não é o fator limitante para a nitrificação (Victoria et al., 1992). Aqui, como a urina foi aplicada de forma localizada, pode, efetivamente, ter

proporcionado condições para maior rapidez da absorção do nitrato disponível na área atingida.

O contraste superfosfato triplo com uréia versus termofosfato magnesiano com urina de vaca foi significativo somente para os teores de nitrato no fruto, com superioridade do tratamento superfosfato triplo com uréia (Tabela 4), indicando que a uréia foi mais efetiva em aumentar o nitrato no fruto do que a urina de vaca. A uréia, pela hidrólise, transforma-se em sal de amônio e depois em nitrato (Raij, 1991), e devido ao seu teor mais elevado de nitrogênio, do que na urina de vaca, isto pode ter se refletido em maior teor de nitrato no fruto.

Tabela 4. Médias de tratamentos e estimativa (ŷ) dos contrastes termofosfato magnesiano sem urina de vaca (TM sem UV) versus termofosfato magnesiano com urina de vaca (TM com UV) e superfosfato triplo com uréia (ST com Ur) versus TM com UV para os teores de macronutrientes e de nitrato no fruto de berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Macronutriente /Nitrato	**Médias**			**ŷ**	
	TM com UV	TM sem UV	ST com Ur	TM sem UV vs TM com UV	ST com Ur vs TM com UV
	---------- g kg^{-1} ----------				
Nitrogênio	32,20	29,87	33,58	$-2,33^{ns}$	$1,38^{ns}$
Fósforo	6,26	6,00	6,32	$-0,26^{ns}$	0,06
Potássio	53,28	56,96	54,60	$3,68^{ns}$	$1,32^{ns}$
Cálcio	1,80	1,75	1,87	$-0,05^{ns}$	$0,07^{ns}$
Magnésio	6,59	5,60	6,23	-0,99**/*	$-0,36^{ns}$
Enxofre	3,24	3,26	3,66	$0,02^{ns}$	$0,42^{ns}$
Nitrato (mg kg^{-1})	679,00	259,17	1008,00	-419,83**	329,00*

**/* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo, pelo teste F/teste de Bonferroni.

3.11. Análise de componentes principais para os teores de macronutrientes no fruto

A análise de componentes principais, aplicada na matriz de correlações dos teores de macronutrientes no fruto, permitiu a identificação de três componentes principais, que representam 82,82 % da variância total dos teores originais (Tabela 5). O primeiro componente principal (CP1) evidencia que, no conjunto da nutrição do fruto, o maior peso foi do nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, que tiveram os mais altos coeficientes, entre estes sobressaindo o fósforo e potássio. Órgãos preferencialmente supridos pelo floema, como os frutos, possuem quantidades elevadas de potássio (Mengel e Kirkby, 1987). Também, a redistribuição do fósforo pelo floema é das mais rápidas, sendo, igualmente, rápida a redistribuição do nitrogênio (Malavolta, 1980a). É possível que o menor coeficiente do nitrogênio, comparado aos do fósforo e potássio, esteja relacionado com competição com o crescimento vegetativo que a berinjela mantém, mesmo já em estádio reprodutivo. O cálcio é transportado predominantemente pelo xilema, estando sujeito à corrente transpiratória, ocorrendo em baixíssimas concentrações no floema (Mengel e Kirkby, 1987). Portanto, o coeficiente razoavelmente elevado para o cálcio sugere que os frutos imaturos de berinjela apresentaram elevada transpiração. Também, Haag e Homa (1968) sugeriram, no caso dessa espécie, translocação de cálcio das folhas para os frutos.

O segundo componente principal (CP2) evidencia, através dos coeficientes, um antagonismo do magnésio (0,7485) com o cálcio (-0,4924), sendo justificado o maior suprimento de magnésio devido à sua maior mobilidade no floema.

O terceiro componente principal (CP3), está demonstrando, igualmente, um contraste do nitrogênio com o cálcio e deste com o enxofre, na nutrição do fruto. O nitrogênio e o enxofre são semelhantes desde as transformações que se passam no solo até às funções na planta, sendo o movimento do segundo basicamente acrópeto (Malavolta, 1980a). Então, o cálcio, através do aumento do pH, pode diminuir a absorção de nitrato, que é maior em baixo pH do solo (Mengel e Kirkby, 1987), tendo sido verificado, igualmente, que em baixo pH aumenta o transporte acrópeto do sulfato devido ao co-transporte H^+/SO_4^{2-} (Lin, 1981). Então, aumentando o cálcio podem diminuir o nitrogênio e o enxofre do fruto.

Tabela 5. Autovetores em três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) dos teores de macronutrientes no fruto de berinjela. Areia, UFPB, 2005.

Macronutriente	**CP1**	**CP2**	**CP3**
Nitrogênio	**0,2297**	0,2626	**-0,6683**
Fósforo	**0,2746**	0,0939	-0,0365
Potássio	**0,2807**	-0,0266	0,2784
Cálcio	**0,2189**	**-0,4924**	**0,5774**
Magnésio	0,1457	**0,7485**	0,3522
Enxofre	0,1887	-0,4231	**-0,4893**
λ	3,21	0,94	0,82
VA (%)	53,46	69,18	82,82

λ = Autovalor da matriz de correlação.
VA = Variância acumulada

3.12. Correlações canônicas entre características agronômicas da planta com características químicas do solo

As correlações canônicas entre o grupo características agronômicas da planta com o grupo características químicas do solo foram elevadas e significativas para os

dois pares canônicos (Tabela 6). O primeiro par canônico indica maior peso médio de fruto (0,7273) e maior comprimento de fruto (0,6292) com maior teor de potássio (1,1616) e magnésio (1,1003) no solo, e com menor teor de cálcio (-1,3047) no solo. O contrário verifica-se com a altura, que será menor (-0,8011) nessa condição do solo. Nesse par canônico, dentro do primeiro grupo, verifica-se que os coeficientes do peso médio de fruto e do comprimento de fruto tiveram o mesmo sentido, que foram contrários ao da altura de planta, sugerindo que à medida do aumento da altura poderá diminuir as duas primeiras características. Isto pode ocorrer porque com o aumento da altura de planta haverá aumento do número de frutos produzidos por planta, e, conseqüentemente, redução do peso médio de fruto, o que está de acordo com Amaral Junior et al. (1997). O maior coeficiente positivo para o potássio do solo (1,1616), nesse par canônico, denotando maior importância desse nutriente, entre todos, para o peso médio de fruto, é concordante com Malavolta (1980a), de que a quantidade de água armazenada no tecido depende largamente do suprimento celular de potássio, que afeta beneficamente componentes da qualidade, inclusive o tamanho.

Já os coeficientes do segundo par canônico sugerem que o número de frutos por planta (1,4470) será maior com pH do solo (1,2221) e teor de cálcio (0,8650) do solo, maiores, e com menor teor de magnésio (-1,2700) no solo. O cálcio é indispensável para germinação do grão de pólen e para crescimento do tubo polínico, podendo um excesso de magnésio diminuir sua absorção (Malavolta, 1980a), prejudicando o vingamento de frutos, afetando, por conseguinte, o número de frutos por planta. Isto pode ter ocorrido porque, inicialmente, o magnésio do solo era alto, com fornecimento adicional pelo termofosfato magnesiano e esterco bovino. Convém observar que, nesse par canônico, dentro do primeiro grupo de

características, o número de frutos por planta teve o mesmo sentido da altura de planta, tendo, contudo, sentido contrário ao peso médio de fruto, o que é coerente com a existência, conforme Amaral Junior et al. (1997), de correlação positiva entre altura de planta e número de frutos por planta.

Tendo em vista que a produção por planta e, de certa forma, por conseqüência, a produtividade, decorrem dos valores do número de frutos por planta e do peso médio de fruto, verificou-se pela técnica das correlações canônicas (Tabela 6), que as duas últimas características não tiveram influência marcante dos níveis de fósforo do solo, o que guarda coerência com a ausência de resposta das duas primeiras às doses de termofosfato magnesiano aplicadas ao solo (Figuras 4 e 6). Apesar de que, pelo segundo par canônico, é possível notar certa importância do coeficiente desse nutriente (0,3235) para o número de frutos por planta, e, pelo primeiro par canônico, para altura de planta, os dois com coeficientes de mesmo sinal (-0,3890 e -0,8011, respectivamente), o mesmo não ocorrendo com o peso médio de fruto, que teve coeficiente de sinal contrário ao do fósforo do solo. Por outro lado, constata-se que o pH, o fósforo, o cálcio e o magnésio, do solo (Tabela 7), variaram em função das doses de termofosfato magnesiano aplicadas. Entretanto, em se tratando do fósforo do solo, isto não se refletiu de forma acentuada sobre as características da planta consideradas aqui, enquanto para o cálcio e magnésio do solo o efeito foi mais evidente.

Tabela 6. Correlações canônicas e pares canônicos entre características agronômicas de berinjela com características químicas do solo. Areia, UFPB, 2005.

Características	Par canônico	
	Primeiro	**Segundo**
Características agronômicas		
Altura de planta	**-0,8011**	0,3503
Diâmetro de caule	0,1418	-0,4055
Número de frutos por planta	-0,0646	**1,4470**
Peso médio de fruto	**0,7273**	-0,4210
Comprimento de fruto	**0,6292**	-0,5887
Diâmetro de fruto	0,0785	0,3339
Características do solo		
pH (em $CaCl_2$)	0,1378	**1,1221**
Matéria orgânica	-0,1578	0,2473
Fósforo	-0,3890	0,3235
Potássio	**1,1616**	-0,3944
Cálcio	**-1,3047**	**0,8650**
Magnésio	**1,1003**	**-1,2700**
R	0,92	0,88
Significância	**	**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado; R = correlação canônica.

Tabela 7. Equações de regressão relativas ao pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, do solo, em função de doses de esterco bovino e de termofosfato magnesiano. Areia, UFPB, 2005.

Característica	**Equação de regressão**
pH	$\hat{y} = 5{,}3572 + 0{,}041155^{**}e + 0{,}0001804^{**}t - 0{,}000365013^{**}e^2$
(em $CaCl_2$)	$R^2 = 0{,}94$; VM = 7,13
Fósforo	$\hat{y} = -26{,}6487 + 3{,}32641^{**}e + 0{,}0685788^{**}t - 0{,}0299866^{\triangle}e^2 - 0{,}0000127^{*}t^2$
(mg dm^{-3})	$R^2 = 0{,}91$; VM = 158,0
Potássio	$\hat{y} = 88{,}466 + 5{,}3049^{**}e$
(mg dm^{-3})	$R^2 = 0{,}99$; VM = 388,72
Cálcio	$\hat{y} = 25{,}2732 + 0{,}53623^{**}e + 0{,}0061999^{**}t$
($mmol_c$ dm^{-3})	$R^2 = 0{,}84$; VM = 77,54
Magnésio	$\hat{y} = 13{,}385 + 0{,}17423^{**}e + 0{,}0028809^{**}t$
($mmol_c$ dm^{-3})	$R^2 = 0{,}84$; VM = 33,44
Matéria orgânica	- ns –
(g dm^{-3})	MG = 37,26

$^{**/*/\triangle}$ Significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente, e ^{ns} não significativo pelo teste F; e = esterco bovino e t = termofosfato magnesiano; VM = valor máximo da característica com as doses obtidas por derivação; MG = média geral.

4. CONCLUSÕES

→ A altura de planta e o diâmetro do caule foram afetados positivamente pelas doses de esterco bovino, tendo o termofosfato magnesiano, no caso da altura, potencializado esse efeito.

→ As características de produção aumentaram, de forma quadrática, apenas com doses de esterco bovino, com a máxima produtividade estimada (34,3 t ha^{-1}) superando em 27% a média nacional (25 t ha^{-1}). As doses dos dois insumos influenciaram positivamente o comprimento e o diâmetro de fruto, com seus maiores valores situando-se na faixa para frutos comerciais de berinjela.

→ Na folha, as doses de esterco bovino proporcionaram elevação dos teores de potássio, cálcio e enxofre e diminuição dos de magnésio, com o termofosfato magnesiano depreciando esse efeito, em se tratando do teor cálcio, bem como os teores de nitrogênio e fósforo não variaram com as doses de ambos insumos.

→ No fruto, as doses de esterco bovino elevaram os teores da maioria dos macronutrientes, exceto do enxofre, tendo as doses de termofosfato magnesiano interferido, de forma isolada, apenas no teor de potássio. As doses de termofosfato magnesiano diminuiram o efeito positivo do esterco relativo aos teores de nitrogênio e cálcio, e influenciaram, de forma quadrática decrescente, o teor de enxofre.

→ O teor de nitrato no fruto aumentou com as doses de esterco bovino e decresceu com as doses de termofosfato magnesiano, ficando o seu teor máximo (783,8 mg kg^{-1}) abaixo do limite crítico na matéria seca de hortaliças e frutos (2000 mg kg^{-1}).

→ O tratamento termofosfato magnesiano com urina de vaca não diferiu significativamente do termofosfato magnesiano sem urina de vaca para as

características agronômicas e para os teores de macronutrientesna folha, e foi superior a ele para os teores de magnésio e de nitrato no fruto. Comparado ao tratamento convencional (superfosfato triplo com uréia) foi inferior para o número de frutos por planta, produção por planta, altura de planta, produtividade e teor de nitrato no fruto, não diferindo significativamente dele, para os teores de macronutrientes na folha e no fruto.

→ Na folha, os teores de fósforo, potássio, enxofre e cálcio contrastaram com o teor de nitrogênio (CP1), ocorreu antagonismo entre o teor de potássio e de magnésio (CP2) e houve sinergismo entre o teor de nitrogênio e de cálcio (CP3).

→ No fruto, os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio sobressaíram no conjunto dos macronutrientes (CP1), ocorreu antagonismo entre o teor de magnésio e o teor de cálcio (CP2), e ao aumento do teor de cálcio, diminuirá o teor de nitrogênio e enxofre (CP3).

→ Maiores valores da altura de planta, peso médio de fruto e do comprimento de fruto foram associados com teores elevados de potássio e de magnésio, e teor baixo de cálcio, no solo. E maior número de frutos por planta verificou-se com elevados pH e teor de cálcio, e teor baixo de magnésio, no solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I.N.; PINTO, J.E.B.P.; FURTINI NETO, A.E.; BERTOLUCCI, S.K.V.; LADEIRA, A.; GEROMEL, C. Nitrogênio e fósforo na produção vegetal e na indução de mucilagem em plantas de insulina. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 536-540, 2002.

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: ANDA, 1989. 35p. (ANDA. Boletim Técnico, 3).

ALMEIDA, D.L. de. **Contribuição da adubação orgânica para a fertilidade do solo**. 1991. 192f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ALVAREZ V, V.H. **Avaliação da fertilidade do solo: superfície de resposta – modelos aproximativos para expressas a relação fator – resposta**. Viçosa: UFV, 1991. 75 p.

AMARAL JUNIOR, A.T.do; CASALI, V.W.D; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L. Correlações simples e canônicas entre caracteres morfológicos, agronômicos e de qualidade em frutos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n.1, p. 49-52, 1997.

ANGELETTI, M. da P.; FONSECA, A.F.A. **Instruções técnicas para o cultivo comercial de hortaliças em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1987. 67 p. (EMBRAPA-UEPAE Porto Velho. Circular Técnica, 11).

ANTONINI, A.C.C.; ROBLES, W.G.R.; TESSARIOLI NETO, J.; KLUGE, R.A. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 646-648, 2002.

ARAÚJO, I.B.; RESENDE, A.V. de; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; SANTOS, J.Z.L. Eficiência nutricional do milho em resposta a fontes e modos de aplicação de fósforo. **Revista Ceres**, v. 50, n. 287, p. 27-39, 2003.

BARONI, E.A.; NATALI, M.R.M.; BATISTA, M.R.; SANTOS, E.R. Efeito da berinjela (*Solanum melongena*) nos lipídeos plasmáticos e na morfologia do fígado de coelhos hipercolesterolêmicos. **International Journal of Morphology**, v. 22, n. 1, p. 35-101, 2004.

BATAGLIA, O.C. Análise química de plantas. In. FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos / CNPQ, 1991. p. 289-308.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F.A. de O. (Eds.). **Fundamentos da Matéria Orgânica**. Porto Alegre: Gênesis, 1999. p. 9-26.

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

BERNARDI, A.C.C; MACHADO, P.L.O. de A.; SILVA, C.A. Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J.R.R (Eds). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

BLANCO, M.C.S.G.; GROPPO, G.A.; NETO, J.T. Berinjela (*Solanum melongena*). In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA INTEGRAL. **Manual Técnico das Culturas**. 2.ed. Campinas: CATI/SSA, 1997. p. 25-30. Tomo II. (Manual, 08).

BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R.; OLIVEIRA, O.C.de. A degradação das pastagens e o ciclo do nitrogênio. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais**... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. p. 110-124.

BONILLA, J.A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.

BORTOLUZZI, A.L.; ALVAREZ V, V.H. **Pesquisa em casa de vegetação e em campo: matrizes experimentais**. Viçosa: Departamento do Solo / CCA-UFV, 1997. 73 p.

BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; LOPES, N.F.; CARDOSO, A.A.; FERREIRA, L.R. Crescimento e partição de assimilados em Losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 41-45, 1993.

BROSCHAT, T.K. Principal component analysis in horticultural research. **Hortscience**, v. 14, n. 2, p.114-117, 1979.

CARADUS, J.R.; DUNLOP, J.; WEWALA, S.; MACKAY, A.D.; HART, A.L.; BOSCH, J. van den; HAY, M.J.M.; LAMBERT, M.G. Nitrogen and phosphorus concentrations of white clover genotypes differing in response to added phosphorus. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 36, p. 79-86, 1993.

CARDOSO, E.J.B.N.; NAVARRO, R.B.; NOGUEIRA, M.A. Absorção e translocação de manganês por plantas de soja micorrizadas, sob doses crescentes deste micronutriente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 415-423, 2003.

CASANOVA, E.F. Agronomic evaluation of fertilizers with special reference to natural and modified phosphate rock. **Fertilizer Research**, v. 41, n. 3, p. 211-218, 1995.

CASSOL, P.C.; GIANELLO, C.; COSTA, V.E.U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n.3, p. 635-644, 2001.

CASTRO, C.M. de; ALVES, B.J.R.; ALMEIDA, D.L.de; RIBEIRO, R.de L.D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 779-785, 2004.

CAYON, D.G.; LOPES, N.F.; CANO, M.A.O.; SAT´ANNA, R. Tolerância e crescimento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tratada com imazaquin em diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 31, n. 1, p. 17-25, 1991.

CODEX ALIMENTARIUS COMISSION. **Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organically produced foods**. Rome: FAO/WHO, 1999. 43 p.

CONDON, J.R.; BLACK, A.S.; CONYERS, M.K. **Changes in soil pH resulting from simulated urine patches**. Wagga Wagga: School of Agriculture, Charles Sturt University. Disponível em:<http:/www.regional.org.au/au/asa> Acesso em:17 mar. 2005.

DANTAS, J.P. Micronutrientes no solo: boro. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos / CNPQ, 1991. p. 113-130.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A. de. Avaliação do estado nutricional da planta e disponibilidade no solo. In. FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos / CNPQ, 1991. p. 273-288.

DERIVI, S.C.N.; MENDEZ, M.H.M.; FRANCISCONI, A.D.; SILVA, C.S.da; CASTRO, A.F.de; LUZ, D.P. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*, L) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 164-169, 2002.

DINNES, D.J.; KARLEN, D.L.; JAYNES, D.B.; KASPAR, T.C.; HATFIELD, J.L.; COLVIN, T.S.; CAMBARDELLA, C.A. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-draned Midwestern soils. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 1, p. 153-171, 2002.

EARLY, M.S.B.; CAMERON, K.C.; FRASER, P.MP. The fate of potassium, calcium end magnesium in simulated urine patches on irrigated dairy pasture soil. **New Zealand Journal of Agricultural Research Abstracts**, v. 41, p. 117-124, 1998.

EGHBALL, B. Soil properties as influenced by phosphorus-and nitrogen-based manure and compost applications. **Agonomy Journal**, v. 94, n. 1, p. 128-135, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documento 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Maximização da eficiência das culturas**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 294 p.

FERREIRA, E. **A excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens tropicais**. 1995. 114f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica.

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. 480 p.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. Micronutrientes no solo: cobre. In. FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos / CNPQ, 1991. p. 131-157.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA JUNIOR, M.E. **Avaliação da fertilidade empregando o sistema IAC de análise de solo**. Jaboticabal: FCAV / UNESP, 1990. 94 p.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p. 468-473, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna, produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: IFLA, 2003. 333 p.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. Dinâmica de crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FONTES, P.C.R.; ROCHA, F.A.T.; MARTINEZ, H.E.P. Produção de máxima eficência econômica da batata em função da adubação fosfatada. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 104-107, 1997.

FONTES, P.C.R.; SAMPAIO, R.A.; FINGER, F.L. Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 21-25 , 2000.

FONTES, P.C.R.; WILCOX, G.E. Growth and phosphorus uptake by tomato cultivars as influenced by phosphorus concentrations in soil and nutrient solution. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 109, n. 5, p. 633-636, 1984.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; DELGADO, M.D.P. Variability of soybean germplasm in relation to phosphorus uptake and use efficiency. **Scientia Agrícola**, v. 59, n.3, p. 529-536, 2002.

FURTINI NETO, A,E,; FERNANDES, L.A.; FAQUIN, V.; SILVA, I.R.da; ACCIOLY, A.M. de A. Resposta de cultivares de feijoeiro ao enxofre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 567-573, 2000.

GADELHA, R.S.S. Urina de vaca na produção de alimentos. **Agroecologia**, v. 2, n. 8, p. 25-26, 2001.

GHAI, T.R.; THAKUR, M.R. Variability and correlation studies in na intervarietal cross of chilli. **Punjab Horticultural Journal**, v. 27, n. 1-2, p. 80-83, 1987.

GILL, J.L. Uses and abuses of statistical methods in research in parasitology. **Veterinary Parasitology**, v. 36, n. 3-4, p. 189-209, 1990.

GLOBO RURAL edição especial: GLOBO RURAL RESPONDE. O Novo Adubo Bovino. 2002. p.34.

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, n. 1, p. 97-102, 1984.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Potafos, 1985. 160 p.

GOMES, M.A.F.; SOUZA, M.D.de; BOEIRA, R.C.; TOLEDO, L.G. de. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 50 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 18).

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004a.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 740-743, 2004b.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Piracicaba: Potafos, 2001. 5 p. (Potafos. Informações Agronômicas, 95).

HAAG, H.P.; HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliças: deficiências de macronutrientes em berinjela. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 25, p. 149-159, 1968.

HALLMARK, W.B.; BARBER, S.A. Root growth and morphology, nutrient uptake, and nutrient status of early growth of soybeans as affected by soil P and K. **Agronomy Journal**, v.76, n. 2, p. 209-212, 1984.

HEGDE, D.M. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. **Food & Fertilizer Technology Center**. Maharashtra, 1997. Disponível em:<http://www.fttc.agnet.org>. Acesso em: 10 mai. 2005.

HOCHMUTH, G.; CORDASCO, K. Summary of N and K research with eggplant in Florida. **University of Florida.** Suwannee Valley, 2003. Disponível em:<http://edis.ifas.ufl.edu>Acesso em: 19 de mai 2005.

HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.

IYAMUREMYE, F.; DICK, R.P.; BAHAM, J. Organic amendments and phosphorus dynamics: I. Phosphorus chemistry and sorption. **Soil Science**, v. 161, n.7, p. 427-435, 1996.

JACKSON, J.E. **A user' s guide to principal components**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 569 p.

JANSSEN, B.H. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. **Plant and Soil**, v.181, n.1, p.39-45, 1996.

JOSE, D; SHANMUGAVELU, K.G. THAMBURAJ, S. Studies on the efficiency of organic vs. inorganic form of nitrogen in brinjal. **India Journal of Horticulture**, v. 45, p. 100-103, 1988.

KAMILI, I.A.; ZARGAR, M.Y.; CHATTOO, M.A. Effect of microbial inoculants, chemical nitrogen and their combination on brinjal (*Solanum melongena* L.). **Vegetable Science**, v. 29, n. 1, p. 87-89, 2002.

KESSEL, C. Fertilizing eggplant. **Ministry of Agriculture and Food**. Ontario, 2001. Disponível em: <http://www.search.gov.on.ca>. Acesso em: 12 mai. 2005.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492 p.

KWABIAH, A.B.; PALM, C.A.; STOSKOPF, N.C.; VORONEY, R.P. Response of soil microbial biomass dynamics to quality of plant materials with emphasis on P availability. **Soil Biology & Biochemistry**, v.35, n. 2, p. 207-216, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LAVRES JUNIOR, J. **Combinações de doses de nitrogênio e potássio para o capim-mombaça**. 2001. 103f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LI, G.C.; MAHLER, R.L.; EVERSON, D.O. Effects of plant residues and enviromental factors on phosphorus availability in soils. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, v. 21, p.471-491, 1990.

LIN, W. Inhibition of anion transport in corn root protoplast. **Plant Physiology**, v.68, n. 2, p. 435-438, 1981.

LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de análise de solo**. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1989. 64 p. (ANDA. Boletim Técnico, 2).

LOURES, J.L.; FONTES, P.C.R.; SEDIYAMA, A.N.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A. Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato contendo esterco de suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 50-55, 1998.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU / EDUSP, 1979. 350 p. v. 1.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980a. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496 p.

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. Piracicaba, 1980b. 91 p. (Institutos da Potassa. Boletim, 4).

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 752 p.

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

MAPELI, N.C.; VIEIRA, M.do C.; HEREDIA Z, N.A.; SIQUEIRA, J.M. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 32-37, 2005.

MAROUELLI, W.A.; CARRIJO, O.A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em cultivo sem solo com substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 57-60, 2005.

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

MEIRELES, L. Produção e comercialização de hortaliças orgânicas. **Horticultura Brasileira**, v. 15, supl., p. 205-209, 1997.

MEISSEN. **Indicador natural de saúde**. Cotia, SP, 2004. Folder.

MELLO, F. de A.F DE; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; NETTO, A.C.; KIEHL, J de C. **Fertilidade do solo**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 400 p.

MELLO, S.C.; DECHEN, A.R.; MINAMI, K. Influência do boro no desenvolvimento e na composição mineral do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 99-102, 2002.

MELLO, S.C.; PEREIRA, H.S.; VITTI, G.C. Efeito de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n.3, p. 200-203, 2000).

MENDONÇA, E. de S; LOURES, E.G. **Matéria orgânica do solo**. Brasília: ABEAS, 1995. 45 p. (ABEAS. Curso de Fertilidade e Manejo de solo, Módulo 5).

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MEYER, B.; ANDERSON, D.; BOHNING, R.; FRATIANE, D. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2.ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1983. 710 p.

MINHONI, M.T.A.; CARDOSO, E.J.B.N.; EIRA, A.F. Efeito de cinco tipos de matéria orgânica na solubilização microbiana de fosfato de rocha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 1, p. 29-35, 1991.

MITSUI. **Fertilizantes Mitsui.** Yoorin Mg. Disponível em: <http://www.fertimitsui.com.br/verde/yoorin> Acesso em: 01 ago. 2003.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A. de; CAVALERI, P.A.; GODOV, I.J. de; WERNER, J.C.; CURI, S.M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVELLINI, G.da S.; BULISANI, E.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 138 p.

MORDOGAN, N.; HAKERLERLER, H.; CEYLAN, S.; AYDIN, S.; YAGMUR, B.; AKSOY, U. Efecct of organic fertilization on fig leaf nutrients and fruit quality. **Ege University Faculty of Agriculture Department of Soil Science**. Izmir/Turkey, 2002. Disponível:<http://www.toprak.org.tr/isd/>Acesso: 25 mai 2005.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fontes, doses, e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 12, p. 1519-1527, 2001.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; VIRGENS FILHO, A.C.; SILVEIRA, R.L.V.A.; ABREU, J.B.R. Avaliação da disponibilidade do fósforo no solo por métodos isotópico, químico e biológico. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 1-2, p. 78-84, 1997.

MORGAN, L. **El cálcio: su importância em hidroponia**. Lima: Universidad Nacional Agrária La Molina / Red Hidroponia, 2000. 21 p. (Red Hidroponia. Boletin, 6). Disponível em:<http://www.lamolina.edu.pe> Acesso em: 06 de abr. 2005.

MORISON, J.I.L; BATTEN, G.D. Regulation of mesophyll photosynthesis in intact wheat leaves by cytoplasmic phosphate concentrations. **Planta**, v. 168, p. 202-206, 1986.

MOURA, W.M.; LIMA, P.C.; CASALI, V.W.D.; PEREIRA, P.R.G. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 306-312, 2001.

NGUYEN, M.L.; GOH, K.M. Distribuition, trabsformations and recovery of urinary sulphur and sources of plant-available soil sulphur in irrigated pasture soil-plant systems treated with 35sulphur-labelled urine. **Journal of Agricultural Science**, v.122, n.1, p. 91-105, 1994.

NISHIMOTO, R.K.; FOX, R.L.; PARVIN, P.E. Response of vegetable crops to phosphorus concentrations in soil solution. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 102, n. 6, p. 705-709, 1977.

NOVAIS, R.F. de; NEVES, J.C.L..; BARROS, N.F. de. **Curso de fertilidade e manejo do solo. Módulo 07-Fósforo**. Viçosa: ABEAS / UFV, 1995. 133 p.

NOVAIS, R.F. de; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV / DPS, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, A.P.; FERREIRA, D.S.; COSTA, C.C.; SILVA, A.F.; ALVES, E.U. Uso do esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 70-73, 2001.

OLIVEIRA, R.H.; ROSOLEM, C.A.; TRIGUEIRO, R.M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 439-445, 2004.

PAES, R. de A. **Rendimento do pimetão (*Capsicum annuum* L.) cultivado com urina de vaca e adubação mineral**. 2003. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PEDERSON, G.A.; BRINK, G.E.; FAIRBROTHER, T.E. Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: nitrogen, phosphorus, potassium copper and zinc. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 4, p. 895-904, 2002.

PERECIN, M.B. Produção e mercado de plantas medicinais, aromáticas e condimentares: perspectivas para o pequeno produtor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., 2001, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 136-139.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33 p. (Instituto Agronômico. Boletim Técnico, 114).

PEREIRA, P.R.G.; FONTES, P.C.R. Nutrição mineral de hortaliças. In: FONTES, P.C.R. (Ed) **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. p. 39-55.

PORTES, T.de A. **Produção de feijão nos sistemas consorciados**. Goiânia; Embrapa-CNPAF, 1996. 50 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 71).

PRAÇA, J.M.; THOMAZ, A.; CARAMELLI, B. O suco da berinjela (*Solanum melongena*) não modifica os níveis séricos de lípedes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 82, n. 3, p. 269-272, 2004.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato / Instituto Internacional da Potassa, 1983. 142 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.

RAO, K.P.; RAINS, D.W. Nitrate absorption by barley. **Plant Physiology**, v. 57, p. 55-58, 1976.

RATTIN, J.E.; ANDRIOLO, J.L.; WITTER, M. Nitrogen concentration in dry matter of the fifth leaf during growth of greenhouse tomato plants. **Horticultura Brasileira**, 20, n.4, p. 626-629, 2002.

RENCHER, A.C. Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates and principal components. **The American Statistician**, v.46, n.3, p. 217-225, 1992.

RIBEIRO JORGE, P.A.; NEYRA, L.C.; OSAKI, R.M.; ALMEIDA, E.; BRAGAGNOLO, N. Efeito da berinjela sobre os lípedes plasmáticos, a peroxidação lipídica e a reversão da disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 70, n. 2, p. 87-92, 1998.

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001, 301 p.

RIBEIRO, C.S. da C.; BRUNE, S.; REIFCHNEIDER, F.J.B. **Cultivo da berinjela**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998. 23 p. (Embrapa Hortaliças. Instrução Técnica 15).

RICCI, M. dos S.F.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ,H. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 8, p. 1035-1039, 1995.

RODRIGUES, C.R.; FAQUIN, V.; TREVISAN, D.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; RODRIGUES, T.M. Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e épocas de coleta. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 573-578, 2004.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Resposta da alface à adubação orgânica. II. Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**, v. 45, n. 261, p. 437-449, 1998.

ROLIM, H.O. **Potencial de uso agrícola do rejeito de caulim**. 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

RONCHI, C.P.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; NUNES, J.C.S.; MARTINEZ, H.E.P. Índices de nitrogênio e de crescimento do tomateiro em solo e em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 48, n. 278, p. 469-484, 2001.

SAIMBHI, M.S.; BAL, S.S.; PAL, S. Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth and yield of brinjal hybrids (*Solanum melongena* L.). **Vegetable Science**, v. 29, n.1, p. 90-91, 2002.

SALEK, R.C.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, M.I.S.D. **Efeito do esterco de galinha e sua associação com fertilizantes sobre a produção do tomateiro no município de Teresópolis-RJ.** Niterói: PESAGRO-RIO, 1981. 3 p. (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico, 70).

SANCHEZ, C.A.; ROTH, R.L.; GARDNER, B.R. Irrigation and nitrogen management for sprinkler-irrigated cabbage on sand. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 3, p. 427-433, 1994.

SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; SZOTT, L.T.; CUEVAS, E.; LAL, R. Organic input managment in tropical agroecosystems. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. (Eds.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: University of Hawai, 1989. p. 125-152.

SANTOS, G.M.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.A.L.; COSTA, C.C. Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 30-34, 2001a.

SANTOS, P.R.Z.; PEREIRA, A.S.; FREIRE, C.J. de. Cultivar e adubação NPK na produção de tomate salada. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 35-38, 2001b.

SCOTT, H.D.; BATCHELOR, J.T. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, v.71, n. 5, p. 776-782, 1979.

SENO, S.; SALIBA, G. G.; PAULA, F. J.; KOGA, P. S. Efeito de fósforo e húmus de minhoca, na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 76-78, 1994.

SHAND, C.A.; WILLIAMS, B.L.; DAWSON, L.A.; SMITH, S.; YOUNG, M.E. Sheep urine affects soil solution nutrient composition and roots: differences between field and sward box soils and the effects of synthetic and natural sheep urine. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 34, n.2, p. 163-171, 2002.

SILVA, E.C.; MIRANDA, J.R.P.; ALVARENGA, M.A.R. Concentração de nutrientes e produção do tomateiro podado e adensado em função do uso de fósforo, de gesso e de fontes de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 64 - 69, 2001.

SILVA, N.F.; FERREIRA, F.A.; FONTES, P.C.R.; SEDIYAMA, M.A. N. Crescimento e estado nutricional de abóbora híbrida em função de adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 193-200, 1999.

SING, S.D.; RAO, J.S. Yield-water-nitrogen response analysis in coriander. **Annals of Arid Zone**, v.33, n. 3, p. 239-243, 1994.

SKOPP, J. Oxygen uptake and transport in soils: analysis of the airwater interfaced area. **Soil Science Society of America Journal**, v. 49, p. 1327- 1331, 1985.

SOARES, W.V.; LOBATO, E.; SOUZA, D.M.G. de; REIN, T.A. Avaliação do fosfato natural de Gafsa para recuperação de pastagem degradada em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 819-825, 2000.

SOUZA, E.C.A. de; YASUDA, M. Manual científico: termofosfato magnesiano. **Fertilizantes Mitsui**. Poços de Caldas. Disponível em: <http://www.fertimitsui.com.br/cinza/yoorin>. Acesso em: 30 jul. 2003.

SWIADER, J.M.; MORSE, R.D. Influence of organic amendments on solution phosphorus requirements for vegetables in minesoil. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 109, n. 2, p. 150-155, 1984.

SWIADER, J.M.; MORSE, R.D. Phosphorus solution concentrations for production of tomato, pepper and eggplant in Minesoils. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 107, n. 6, p. 1149-1153, 1982.

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

TAVARES, M.; MELLO, A.M.T.de; SCIVITTARO, W.B. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. **Bragantia**, v.58, n. 1, p. 41-47, 1999.

TEDESCO, M.J.; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A de O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G de A.; CAMARGO, F. A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênesis, 1999. p. 159-195.

TEDESCO, M.J; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers**. 4.ed. New York: Macmillan, 1985. 754 p.

TRINDADE, A.V.; MUCHOVEJ, R.M.C.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, v. 48, n. 276, p. 181-194, 2001.

VAINIONPÄÄ, J.; KERVINEM, R.; PRADO, M. de; LAURILA, E.; KARI, M.; MUSTONEN, L.; AHVENAINEM, R. Exploration of storage and process tolerance of different potato cultivars using principal component and canonical correlation analyses. **Journal of Food Engineering**, v.44, n. 1, p. 47-61, 2000.

VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: ESAL, 1993. 171p.

VIATOR, R.P.; KOVAR, J.L.; HALLMARK, W.B. Gypsum and compost effects on sugarcane root growth, yield and plant nutrients. **Agronomy Journal**, v.94, n.6, p. 1332-1336, 2002.

VICTORIA, R.L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. p. 105-119.

VIEIRA, M.C.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; MOSQUIM, P.R. Crescimento e produção de mandioquinha-salsa em função da adubação fosfatada e da utilização de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 68-73, 1998.

VILELA, N.J.; HENZ, G.P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 71-89, 2000.

YAMADA, T. **Melhoria na eficiência da adubação aproveitando as interações entre os nutrientes**. Piracicaba: Potafos, 2002. 5 p. (Potafos. Informações Agronômicas, 100).

ZAGO, V.C.P.; EVANGELISTA, M.R.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M.; NEVES, M.C.P.; RUMJANECK, N.G. Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 207-210, 1999.

APÊNDICE

CAPÍTULO 1

Quadro I. Resumo de análise de variância relativa à MMSPA, MMSR, MMSF, AF, AFE, RAF, RRPA, TCRAC, TCRDC, componente principal 1 (CP1), componente principal 2 (CP2) e MMST em berinjela.

		Quadrado Médio					
FV	**GL**	**MMSPA**	**MMSR**	**MMSF**	**AF**	**AFE**	**RAF**
Bloco	3	7,56^{ns}	4,97^{ns}	3,84^{ns}	28530,78^{ns}	846,15^{ns}	22,39^{NS}
Tratamento	((10))	742,32**	121,50**	151,25**	7899999,18**	2940,01**	1816,44**
Regressão	(8)	629,11**	99,41**	126,81**	5912050,52**	3546,64**	2110,54**
EBLinear	1	4669,18**	724,49**	964,84**	40535266,27**	21355,02**	12789,82**
EBQuadrático	1	21,19^{ns}	43,05**	17,15*	3387531,44**	878,93^{ns}	995,36**
TMLinear	1	143,82*	19,37*	11,45*	183672,44^{ns}	1939,59$^{\Delta}$	287,17$^{\Delta}$
TMQuadrático	1	17,18^{ns}	0,0029^{ns}	8,26$^{\Delta}$	182310,07^{ns}	911,66^{ns}	15,59^{ns}
EB x TM	1	12,46^{ns}	3,15^{ns}	1,0^{ns}	681780,49$^{\Delta}$	751,31^{ns}	430,17**
Falta de Ajuste	3	56,36^{ns}	1,73^{ns}	3,91^{ns}	775281,16*	845,55^{ns}	788,74**
Contrastes adicionais[1]							
TM sem UV vs TM com UV	1	55,13^{ns}	0,25^{ns}	29,45**	1835183,14**	112,50^{ns}	165,07^{ns}
ST com Ur vs TM com UV	1	1018,13**	277,30**	178,13**	10879619,75**	185,96^{ns}	1071,38**
Resíduo	30	26,60	3,75	2,72	195.234,87	493,46	88,31
TOTAL	43	---------- CV (%) ----------					
		15,98	23,82	10,54	10,48	7,99	8,53

**;*;$^{\Delta/ns}$ Significativo (P<0,01; P<0,05; P<0,1)/ não significativo, pelo teste F; [1] valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni, para contrastes não ortogonais.
EB = Esterco bovino; TM = Termofosfato magnesiano; UV = Urina de vaca.; ST = Superfosfato triplo; Ur = Uréia.

Continuação do quadro I

		Quadrado Médio				
FV	**GL**	**RRPA**	**TCRAC**	**TCRDC**	**CP1[1]**	**CP2[1]**
Bloco	3	0,0026^{ns}	0,00000087^{ns}	0,0000022^{ns}		
Tratamento	((10))	0,0188**	0,000025**	0,000063*		
Regressão	(8)	0,0182**	0,00003**	0,0000081**	17,69**	2,237**
EBLinear	1	0,1011**	0,00018**	0,000048**	137,244**	0,250^{ns}
EBQuadrático	1	0,0236*	0,00005**	0,000006^{ns}	0,238^{ns}	12,028**
TMLinear	1	0,0086*	0,000000^{ns}	0,000002^{ns}	1,689$^{\Delta}$	1,782*
TMQuadrático	1	0,0002^{ns}	0,00006^{ns}	0,000003^{ns}	1,095^{ns}	1,339*
EB x TM	1	0,0060$^{\Delta}$	0,000001^{ns}	0,000000^{ns}	0,068^{ns}	1,371*
Falta de Ajuste	3	0,0019^{ns}	0,000001^{ns}	0,000004^{ns}	1,19^{ns}	1,126*
Contrastes adicionais[(1)]						
TM sem UV vs TM com UV	1	0,0013^{ns}	0,0000087**	0,0000034^{ns}		
ST com Ur vs TM com UV	1	0,0406**	0,0000013^{ns}	0,00000087^{ns}		
Resíduo	30	0,0018	0,0000025	0,000003	0,489	0,245
TOTAL	43	----------CV (%)----------				
		18,89	5,9	12,3	11,7	12,4

**;*;$^{\Delta/ns}$ Significativo (P<0,01; P<0,05; P<0,1)/ não significativo, pelo teste F; [(1)] valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni, para contrastes não ortogonais.
EB = Esterco bovino; TM = Termofosfato magnesiano; UV = Urina de vaca.; ST = Superfosfato triplo; Ur = Uréia.
[1] GLTotal = 35; GLResíduo = 24.

Continuação do quadro I

		Quadrado Médio
FV	**GL**	**MMST**
Bloco	3	16,65^{ns}
Tratamento	((10))	1527,81**
Regressão	(8)	1314,11**
Raiz Quadrática EB	1	9072,98**
EB	1	1124,28**
Raiz Quadrática TM	1	143,30**
TM	1	9,97^{ns}
RQEB x RQTM	1	2,77^{ns}
Falta de Ajuste	3	53,18**
Contrastes adicionais[1]		
TM sem UV vs TM com UV	1	63,28*
ST com Ur vs TM com UV	1	2427,30**
Resíduo	30	9,19
TOTAL	43	--------CV (%)-------
		7,36

**;*;Δ/ns Significativo (P<0,01; P<0,05; P<0,1)/ não significativo, pelo teste F; [1] valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni, para contrastes não ortogonais.
EB = Esterco bovino; TM = Termofosfato magnesiano; UV = Urina de vaca.; ST = Superfosfato triplo; Ur = Uréia.

CAPÍTULO 2

Quadro II. Resumo da análise de variância relativa aos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na) e aos conteúdos de micronutrientes (B-c, Cu-c, Fe-c, Mn-c, Zn-c e Na-c) nas folhas de berinjela.

		Quadrado Médio					
FV	**GL**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Bloco	3	7,56*	0,04^{ns}	1,02^{ns}	11,41^{ns}	0,275^{ns}	0,0008^{ns}
Tratamento	((10))	35,72**	4,44**	58,27**	60,78**	0,535*	0,848**
Regressão	(8)	29,43**	5,44**	59,15**	62,94**	0,490*	0,964**
EBLinear	1	169,35**	26,93**	404,33**	305,79**	0,498^{ns}	2,369**
EBQuadrático	1	31,13**	12,49**	36,29**	49,95**	0,004^{ns}	4,397**
TMLinear	1	3,63^{ns}	0,08^{ns}	14,34**	39,82**	1,652**	0,180^{ns}
TMQuadrático	1	1,20^{ns}	0,18^{ns}	0,87^{ns}	57,33**	0,308^{ns}	0,00009^{ns}
EB x TM	1	0,84^{ns}	0,75*	0,07^{ns}	31,73*	1,221*	0,106^{ns}
Falta de Ajuste	3	9,76*	1,04**	5,75**	6,30^{ns}	0,08^{ns}	0,22$^{\Delta}$
Contrastes adicionais[1]							
TM sem UV vs TM com UV	1	14,12*	0,18^{ns}	9,53**	69,33**	0,891^{ns}	0,003^{ns}
ST com Ur vs TM com UV	1	52,33**	0,27^{ns}	54,39**	0,38^{ns}	1,015^{ns}	0,211^{ns}
Resíduo	30	2,18	0,18	402	4,2	1,196	0,09
TOTAL	43						
		6,08	11,08	3,44	12,14	6,53	9,22

Continuação do quadro II

		Quadrado Médio					
FV	**GL**	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**	**Na**
Bloco	3	577,46^{ns}	1,47^{ns}	26,44^{ns}	206,50**	30,83^{ns}	241,27^{ns}
Tratamento	((10))	2031,11**	16,39**	26,58^{ns}	126,29**	27,91^{ns}	27348,88**
Regressão	(8)	2380,93**	16,52**	23,86^{ns}	117,29**	34,88$^{\Delta}$	24752,21**
EBLinear	1	255,15^{ns}	66,40**	23,45^{ns}	591,92**	4,95^{ns}	179751,64**
EBQuadrático	1	10823,23**	54,65**	0,000014^{ns}	326,10**	35,12^{ns}	727,59^{ns}
TMLinear	1	3705,13**	0,03^{ns}	49,96^{ns}	1,97^{ns}	0,21^{ns}	10,24^{ns}
TMQuadrático	1	15,93^{ns}	0,19^{ns}	58,42$^{\Delta}$	13,96^{ns}	83,47*	1597,30^{ns}
EB x TM	1	2851,83**	1,56^{ns}	0,17^{ns}	0,002^{ns}	86,69*	3055,05^{ns}
Falta de Ajuste	3	465,39^{ns}	3,11*	19,64^{ns}	1,46^{ns}	22,87^{ns}	4291,95^{ns}
Contrastes adicionais[1]							
TM sem UV vs TM com UV	1	663,57^{ns}	5,46^{ns}	5,80^{ns}	56,98^{ns}	5,70^{ns}	5310,68^{ns}
ST com Ur vs TM com UV	1	2845,60**	3,52	108,71^{ns}	105,27*	4,65^{ns}	26909,68**
Resíduo	30	213,9	1,0	19,90	13,25	15,69	2286,18
TOTAL	43	---------- CV (%) ----------					
		20,27	25,01	22,17	15,05	19,53	19,52

**;*;$^{\Delta/ns}$ Significativo (P<0,01; P<0,05; P<0,1)/ não significativo, pelo teste F; [1] valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni, para contrastes não ortogonais. EB = Esterco bovino; TM = Termofosfato magnesiano; UV = Urina de vaca.; ST = Superfosfato triplo; Ur = Uréia.

Continuação do quadro II

		Quadrado Médio					
FV	**GL**	**B-c**	**Cu-c**	**Fe-c**	**Mn-c**	**Zn-c**	**Na-c**
Bloco	3	0,0047^{ns}	0,000008^{ns}	0,00010^{ns}	0,00197**	0,00040^{ns}	0,00911^{ns}
Tratamento	((10))	0,0280**	0,000053**	0,002029**	0,005318**	0,001719**	0,68444**
Regressão	(8)	0,035**	0,000039**	0,0022*	0,00597**	0,00203**	0,697**
EBLinear	1	0,08928**	0,000088**	0,015189**	0,04347**	0,013196**	5,416**
EBQuadrático	1	0,07164**	0,000163**	0,000025^{ns}	0,00367**	0,000035^{ns}	0,081$^{\Delta}$
TMLinear	1	0,05561**	0,000003^{ns}	0,000838*	0,000058^{ns}	0,000016^{ns}	0,006^{ns}
TMQuadrático	1	0,00024^{ns}	0,000005^{ns}	0,000224^{ns}	0,000175^{ns}	0,000122^{ns}	0,03^{ns}
EB x TM	1	0,04185**	0,000004^{ns}	0,00000005^{ns}	0,000001^{ns}	0,000729$^{\Delta}$	0,018^{ns}
Falta de Ajuste	3	0,0065*	0,000015*	0,0004^{ns}	0,00012^{ns}	0,000041^{ns}	0,0083^{ns}
Contrastes adicionais[(1)]							
TM sem UV vs TM com UV	1	0,003^{ns}	0,000032*	0,000099^{ns}	0,000254^{ns}	0,0000024^{ns}	0,0196^{ns}
ST com Ur vs TM com UV	1	0,0072^{ns}	0,000081**	0,002535**	0,00306**	0,000189^{ns}	0,6275**
Resíduo	30	0,001823	0,000004	0,000195	0,000147	0,000183	0,024
TOTAL	43	---------- CV (%) ----------					
		23,91	22,00	26,98	18,78	26,33	22,73

**;*;$^{\Delta/ns}$ Significativo (P<0,01; P<0,05; P<0,1)/ não significativo, pelo teste F; [(1)] valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni, para contrastes não ortogonais. EB = Esterco bovino; TM = Termofosfato magnesiano; UV = Urina de vaca; ST = Superfosfato triplo; Ur = Uréia.

CAPÍTULO 3

Quadro III. Resumo da análise de variância relativa às características dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas (NF, PF, KF, GF, Mg, F e SF, respectivamente), nos frutos (NFr, PFr, KFr, GFr, MgFr, SFr, respectivamente) e nitrato nos frutos ($NO^{-}_{3}Fr$) de berinjela.

FV	GL	Quadrado Médio									
		Produção por planta	Nº de frutos por planta	% de frutos com defeitos[2]	Produtividade	Comprimento de fruto	Diâmetro de fruto	Índice de formato	Altura da planta	Diâmetro do caule	Peso médio de fruto
Bloco	2	39067,26^{ns}	0,21^{ns}	0,0932^{ns}	46,71^{ns}	0,15^{ns}	0,016^{ns}	0,00017^{ns}	36,82^{ns}	1,51^{ns}	41,79^{ns}
Tratamento	((10))	902861,70**	16,11**	0,00249^{ns}	216,45**	1,33**	0,054^{ns}	0,00068**	76,19**	1,56^{ns}	243,49*
Regressão	(8)	769928,6**	13,51**	0,00196^{ns}	179,73**	1,55^{ns}	0,065^{ns}	0,00078^{ns}	21,58**	1,67^{ns}	269,40*
EB Linear	1	5243358,0**	90,53**	0,000231^{ns}	1222,75**	9,28**	0,103$^{\Delta}$	0,005*	292,88**	4,04$^{\Delta}$	1322,50**
EB Quadrático	1	504430,0*	10,09*	0,0^{ns}	104,44*	0,49^{ns}	0,012^{ns}	0,00025^{ns}	163,81^{ns}	4,80$^{\Delta}$	243,37$^{\Delta}$
TM Linear	1	15,0^{ns}	0,78^{ns}	0,00255^{ns}	0,87^{ns}	0,09^{ns}	0,16*	0,00041^{ns}	19,72^{ns}	0,57^{ns}	33,67^{ns}
TM Quadrático	1	13433,0^{ns}	0,05^{ns}	0,00295^{ns}	5,81^{ns}	0,34^{ns}	0,083^{ns}	0,00004^{ns}	1,20^{ns}	0,006^{ns}	190,40^{ns}
EB x TM	1	3020,0^{ns}	0,41^{ns}	0,000007^{ns}	0,23^{ns}	1,57*	0,07^{ns}	0,0^{ns}	61,88$^{\Delta}$	0,75^{ns}	51,80^{ns}
Falta de ajuste	3	131724^{ns}	2,08^{ns}	0,0034^{ns}	34,58^{ns}	0,20^{ns}	0,03^{ns}	0,0002^{ns}	64,37*	1,17^{ns}	104,49*
Contrastes adicionais[(1)]											
TM sem UV vs TM com UV	1	10091,73^{ns}	0,144^{ns}	0,00349^{ns}	5,20^{ns}	0,0067^{ns}	0,034^{ns}	0,0^{ns}	1,042^{ns}	3,01^{ns}	2,83
ST com Ur vs TM com UV	1	980355**	19,29**	0,001336^{ns}	247,62**	0,0022^{ns}	0,0038^{ns}	0,000067^{ns}	2,67^{ns}	1,26^{ns}	27,05^{ns}
Resíduo	20	69888,55	1,26	0,00453	20,74	0,32	0,03	0,00016	19,54	1,233	77,99
TOTAL	32	---------- CV (%)----------									
		10,88	9,46	33,57	12,20	3,58	2,69	3,09	5,34	5,79	4,32

Continuação do Quadro III.

FV	GL	Quadrado Médio												
		NF	PF	KF	CaF	MgF	SF	NFr	PFr	KFr	CaFr	MgFr	SFr	NO^-_3Fr
Bloco	2	46,77^{ns}	0,14^{ns}	9,07*	18,97*	0,027^{ns}	0,19^{ns}	2,18**	0,12**	35,16**	1,54**	0,16^{ns}	0,067^{ns}	14618,30**
Tratamento	((10))	32,44^{ns}	0,54^{ns}	4,3^{ns}	3,92^{ns}	0,46^{ns}	0,52^{ns}	22,06**	1,47**	62,06**	0,112^{ns}	0,76**	0,10^{ns}	253644,80**
Regressão	(8)	14,09	0,31	4,76*	2,36^{ns}	0,394^{ns}	0,39^{ns}	24,21**	1,66**	60,46**	0,14^{ns}	0,85**	0,094^{ns}	201525,3**
EB Linear	1	40,04^{ns}	0,07^{ns}	25,13**	3,43^{ns}	0,155^{ns}	1,73*	88,58**	6,63$^{\Delta}$	327,05**	0,303*	1,505**	0,175^{ns}	476119,5**
EB Quadrático	1	0,18^{ns}	0,00055^{ns}	2,36^{ns}	1,55^{ns}	0,202^{ns}	0,524^{ns}	18,28$^{\Delta}$	0,86^{ns}	4,56^{ns}	0,04^{ns}	2,58**	0,0047^{ns}	146269,9*
TM Linear	1	8,38^{ns}	0,14^{ns}	0,53^{ns}	0,42^{ns}	0,025^{ns}	0,02^{ns}	1,22^{ns}	0,54^{ns}	17,09^{ns}	0,00075^{ns}	0,12^{ns}	0,046^{ns}	256739,6**
TM Quadrático	1	14,32^{ns}	0,0083^{ns}	0,0048^{ns}	0,498^{ns}	0,196^{ns}	0,694^{ns}	3,57^{ns}	0,38^{ns}	45,44$^{\Delta}$	0,063^{ns}	0,11^{ns}	0,42*	3087,63^{ns}
EB x TM	1	7,43^{ns}	0,791^{ns}	0,23^{ns}	1,60^{ns}	0,24^{ns}	0,039^{ns}	76,46**	2,69^{ns}	29,17^{ns}	0,28$^{\Delta}$	0,203^{ns}	0,071^{ns}	69464,80^{ns}
Falta de ajuste	3	14,12**	0,49^{ns}	3,28*	3,79*	0,78^{ns}	0,04^{ns}	1,86^{ns}	0,73^{ns}	20,12**	0,14^{ns}	0,76^{ns}	0,01^{ns}	220173,66**
Contrastes adicionais[1]														
ST com Ur vs TM com UV	1	2,71^{ns}	1,47^{ns}	0,202^{ns}	0,36^{ns}	0,0067^{ns}	0,194^{ns}	2,69^{ns}	0,00602^{ns}	2,63^{ns}	0,0067^{ns}	0,21^{ns}	0,27^{ns}	162361,5*
TM sem UV vs TM com UV	1	147,61^{ns}	0,094^{ns}	0,46^{ns}	15,20^{ns}	0,714^{ns}	0,98^{ns}	8,17^{ns}	0,099^{ns}	20,32^{ns}	0,0037^{ns}	1,52*	0,00060^{ns}	264390,1**
Resíduo	20	28,84	0,37	1,92	4,20	0,29	0,27	5,88	0,16	13,87	0,069	0,19	0,063	25465,47
TOTAL	32	---------- CV (%) ----------												
		10,87	10,76	4,0	13,84	7,67	11,20	7,88	6,9	7,22	14,28	7,56	7,43	30,27

**;*;$^{\Delta/ns}$ Significativo (P<0,01; P<0,05; P<0,1)/ não significativo, pelo teste F; [(1)] valores tabelados de F corrigidos de acordo com o teste de Bonferroni.

EB = Esterco bovino; TM = Termofosfato magnesiano; UV = Urina de vaca; ST = Superfosfato triplo; Ur = Uréia.

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