



**NITROGÊNIO E POTÁSSIO APLICADOS VIA
FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO,
NUTRIÇÃO E PÓS-COLHEITA
DO PIMENTÃO**


DULCIMARA CARVALHO NANNETTI

2001

Q100 1000 000
L BBA0700

DULCIMARA CARVALHO NANNETTI

**NITROGÊNIO E POTÁSSIO APLICADOS VIA
FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO,
NUTRIÇÃO E PÓS-COLHEITA
DO PIMENTÃO**



Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Rovilson José de Souza

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Nannetti, Dulcimara Carvalho

Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão / Dulcimara Carvalho Nannetti. -- Lavras : UFLA, 2001.
184 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Pimentão. 2. Cultivo. 3. Casa de vegetação. 4. Adubação nitrogenada. 5. Adubação potássica. 6. Fertirrigação. 7. Nutrição. 8. Irrigação por gotejamento. 8. Pós-colheita I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.643894

DULCIMARA CARVALHO NANNETTI

**“NITROGÊNIO E POTÁSSIO APLICADOS VIA
FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO,
NUTRIÇÃO E PÓS-COLHEITA
DO PIMENTÃO”**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 02 de fevereiro de 2001

Prof. Dr. Valdemar Faquin
Co-orientador

UFLA

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes

ESACMA

Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

UNESP

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

UNIFENAS / ICA


Prof. Dr. Rovilson José de Souza *

UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Ao meu esposo Alex

Aos meus pais Dalmo e Darcy

OFEREÇO

Aos meus irmãos Darlene,

Delaine e Dalmo

DEDICO

Agradecimentos

É com satisfação que podemos ao final de um trabalho agradecer a quem nos auxiliou. Isto indica a participação de diversas pessoas sejam elas pesquisadores, professores, funcionários, alunos, familiares e colegas na elaboração desta tese. Indica também a presença da experiência profissional ou experiência de vida de cada uma destas pessoas nas linhas e entrelinhas deste trabalho científico. O auxílio vem das mais diversas formas, como orientações diretas ou indiretas, idéias, apoio com infra-estrutura, empréstimo de equipamentos, transmissão de técnicas ou simplesmente um sorriso ou um abraço amigo na hora das dificuldades.

Primeiramente o agradecimento é para o maior mentor intelectual e espiritual do universo, Deus. E a todos que Ele colocou em minha vida, minha família, meu marido Alex, meus pais Dalmo e Darcy, meus sogros Leandro e Matilde (*"in memoriam"*), meus irmãos Darlene, Delaine e Dalmo, meus cunhados e sobrinhos pela paz e alegria que me proporcionam com o seu convívio.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Escola Agrotécnica Federal de Machado, na pessoa dos diretores José Antônio Macedo e Renato Ferreira de Oliveira, os quais me proporcionaram liberação das atividades acadêmicas, para que eu pudesse realizar o Curso.

Ao CNPq, pela bolsa concedida durante o curso, o que viabilizou a realização do mesmo.

Ao professor Messias José Bastos de Andrade e professora Jane Soares que me incentivaram à realização do Doutorado.

Ao meu orientador professor Rovilson José de Souza pelo constante apoio, esclarecimentos e confiança.

Do Departamento de Engenharia da UFLA: professor Dr. Luís Lima, pela idealização do sistema, professor Dr. Luiz Arthur e ao funcionário Oswaldo Francisco de Carvalho pelo auxílio na montagem da fertirrigação.

Do Departamento de Ciência do Solo, ao co-orientador professor Dr. Valdemar Faquin pelas preciosas sugestões e também pela realização das análises químicas foliares, através do bolsista de iniciação científica Antônio. Ao professor Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto pela orientação nas análises de fertilidade do solo.

Ao Departamento de Química e seus funcionários pela realização das análises de macro e micronutrientes dos frutos.

À Lavras Irrigação através do seu proprietário José Antônio pelo fornecimento dos equipamentos de fertirrigação e pelo auxílio técnico.

Biografia

Dulcimara Carvalho Nannetti filha de Dalmo Carvalho e Dalci Gonçalves Carvalho, nascida aos 15 de agosto de 1969, na cidade de Machado, Sul de Minas Gerais.

Graduou-se em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado (ESACMA) em dezembro de 1991.

Iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia – Cultura de Tecidos Vegetais, em fevereiro de 1992, concluindo-o em dezembro de 1994, no Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Durante o Mestrado foi monitora II da disciplina Anatomia e Histologia Vegetal, ministrando aulas aos alunos de graduação e foi professora no Instituto Cultural Brasil-Estados Unidos (ICBEU) em Lavras e Perdões.

Em dezembro de 1994, logo após a obtenção do título de Mestre, ingressou como professora visitante da disciplina Anatomia e Histologia Vegetal, ministrando aulas no curso de graduação e pós-graduação, no Departamento de Biologia, da UFLA.

Em agosto de 1995 ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Machado como professora de Agricultura – Olericultura.

Em agosto de 1996 retornou à Universidade Federal de Lavras para fazer o Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia – Olericultura, concluindo-o em fevereiro de 2001.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1:	1
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Cultivo do pimentão em ambiente protegido.....	3
2.2 Irrigação por gotejamento.....	4
2.3 Nutrição mineral do pimentão.....	6
2.3.1 Importância do nitrogênio e do potássio.....	6
2.3.2 Exigência nutricional do pimentão.....	8
2.3.2.1. Extração de nutrientes.....	8
2.3.2.2 Concentração de macro e micronutrientes em folhas.....	10
2.3.2.3. Adubação em pimentão.....	13
2.4 Fertirrigação.....	15
2.4.1 Escolha do fertilizante.....	17
2.4.2 Respostas à fertirrigação.....	22
2.5 Qualidade pós-colheita.....	29
3 Referências Bibliográficas.....	34
CAPÍTULO 2: Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção do pimentão cv. Fortuna Super F ₁	45
1 Resumo.....	45
2 Abstract.....	46
3 Introdução.....	47
4 Material e Métodos.....	48
4.1 Localização do experimento	48
4.2 Clima e solo.....	48
4.3 Preparo do solo, calagem e adubação.....	50
4.4 Construção da casa de vegetação.....	51
4.5 Sistema de fertirrigação.....	51
4.6 Produção das mudas e transplantio.....	54
4.7 Caracterização dos tratamentos.....	54
4.8 Manejo da irrigação e da fertirrigação.....	58

4.9 Tratos culturais e colheita.....	63
4.10 Avaliações.....	64
4.10.1 Análise química dos solos dos tratamentos avaliados.....	64
4.10.2 Produção de matéria seca da parte aérea de plantas.....	65
4.10.3 Produção de frutos por classe e total.....	65
4.10.4 Número de frutos por classe e total.....	66
4.11 Análise estatística.....	66
5 Resultados e Discussão.....	66
5.1. Efeito da adubação nitrogenada e potássica nas características químicas do solo, ao final do cultivo.....	66
5.2 Produção matéria seca de plantas.....	74
5.3 Produção de frutos.....	76
6 Conclusão.....	85
7 Referências Bibliográficas	85

CAPÍTULO 3: Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação no teor de macro e micronutrientes da cultura do pimentão cv. Fortuna Super F₁.....	91
---	-----------

1 Resumo.....	91
2 Abstract.....	92
3 Introdução.....	93
4 Material e Métodos.....	94
4.1 Obtenção e preparo do material vegetal para determinação dos teores de macro e micronutrientes.....	94
4.2 Análise estatística.....	97
5 Resultados e Discussão.....	97
5.1 Teores de macro e micronutrientes em folhas e frutos de pimentão fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K ₂ O.....	97
5.2 Teores de macronutrientes em folhas e frutos de pimentão em função das diversas doses de N e K utilizadas em fertirrigação.....	102
5.2.1 Nitrogênio.....	103
5.2.2 Fósforo.....	106
5.2.3. Potássio.....	109
5.2.4. Cálcio.....	113
5.2.5. Magnésio.....	113
5.2.6. Enxofre.....	118
5.3 Teores de micronutrientes em folhas e frutos de pimentão em função das diversas doses de N e K utilizadas em fertirrigação.....	121
5.3.1 Cobre, zinco e ferro.....	122

5.3.2 Manganês.....	122
6 Conclusões.....	134
7 Referências Bibliográficas.....	134

CAPÍTULO 4: Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na qualidade do pimentão cv. Fortuna Super F₁..... 138

1 Resumo.....	138
2 Abstract.....	139
3 Introdução.....	140
4 Material e Métodos.....	141
4.1 Análises físicas.....	142
4.2 Análises químicas.....	144
5 Resultados e Discussão.....	145
5.1 Perda de peso dos frutos.....	145
5.2 Textura.....	146
5.3 Sólidos solúveis.....	149
5.4 Acidez	151
5.5 pH.....	151
5.6 Pectina solúvel.....	153
5.7 Pectina total.....	155
6 Conclusão.....	159
7 Referências Bibliográficas.....	159

ANEXOS..... 162

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Equipamento de fertirrigação: controlador automático; caixas de solução nitrogenada e potássica; bomba e filtro. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	52
2	Equipamento de fertirrigação: válvulas solenóides e mangueiras; distribuição das mangueiras na casa de vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	53
3	Plantas do pimentão Fortuna Super F ₁ recém-transplantadas e com 120 dias após transplantio. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	56
4	Esquema da área experimental: parcelas experimentais (canteiros), repetições (blocos), dispostos na casa de vegetação; caixas de água e caixas de solução para fertirrigação nitrogenada e potássica. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	57
5	Produção de matéria seca da parte aérea do pimentão, no final do experimento, em função das doses de N e de K ₂ O aplicadas na fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	75
6	Peso fresco e número de frutos de pimentão tipo 1 (12 a 18 cm de comprimento e 7 a 12 cm de diâmetro), em função das doses de N aplicadas em fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	78
7	Peso fresco e número de frutos de pimentão tipo 2 (17 a 12 cm de comprimento e 4 a 7 cm de diâmetro) em função das doses de N aplicadas em fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	79

8	Peso fresco e número de frutos de pimentão tipo 1 (12 a 18 cm de comprimento e 7 a 12 cm de diâmetro), em função das doses de K_2O aplicadas em fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	81
9	Teor de nitrogênio ($g\ kg^{-1}$), em folhas de pimentão, colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	104
10	Teor de nitrogênio ($g\ kg^{-1}$) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	105
11	Teor de fósforo ($g\ kg^{-1}$) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	107
12	Teor de fósforo ($g\ kg^{-1}$) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	108
13	Teor de potássio ($g\ kg^{-1}$) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	111
14	Teor de potássio ($g\ kg^{-1}$) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 dias (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	112
15	Teor de cálcio ($g\ kg^{-1}$) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000....	114
16	Teor de cálcio ($g\ kg^{-1}$) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000	115

17	Teor de magnésio (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	116
18	Teor de magnésio (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	117
19	Teor de enxofre (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	119
20	Teor de enxofre (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	120
21	Teor de cobre (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	123
22	Teor de cobre (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	124
23	Teor de zinco (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	125
24	Teor de zinco (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	126
25	Teor de ferro (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000....	127

26	Teor de ferro (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	128
27	Teor de manganês (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	129
28	Teor de manganês (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	130
29	Frutos de pimentão armazenados para avaliação pós-colheita (dispostos em 3 blocos); avaliados quanto a perda de peso. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	143
30	Peso (%) de frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, por 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	147
31	Textura (lb) de frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	148
32	Quantificação de sólidos solúveis (%) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	150
33	Quantificação da acidez total titulável (%) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	152
34	Quantificação da pectina solúvel ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	154
35	Quantificação da pectina total ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	156

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Relação de fertilizantes nitrogenados utilizados para fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	21
2	Relação de fertilizantes potássicos utilizados para fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	21
3	Análises química e física do solo da área experimental antes da calagem e fertilização. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	49
4	Doses de nitrogênio (2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g planta ⁻¹) e de potássio (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g planta ⁻¹) utilizadas na fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	58
5	Quantidade de nutrientes (nitrogênio e potássio) e de fertilizantes (Nitrato de Amônio, N.A. e Cloreto de Potássio, KCl) fornecida semanalmente a cada planta de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	61
6	Quantidade de Nitrato de Amônio e de Cloreto de Potássio adicionada por litro de água para a fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	62
7	Tempo de funcionamento da fertirrigação e da complementação da irrigação (semanal), independentemente da fase da cultura. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	63
8	Análise química do solo após a retirada das plantas. UFLA, Lavras-MG, 1999.....	68
9	Média dos resultados da análise química mineral do solo (Tabela 9). UFLA, Lavras-MG, 1999.....	70

10	Teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K_2O planta ⁻¹ . UFLA, Lavras-MG, 2000.....	98
11	Teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K_2O planta ⁻¹ . UFLA, Lavras-MG, 2000.....	98
12	Equações de regressão e coeficientes de correlação (R^2), para a análise química de frutos, na 1ª e na 3ª coleta. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	131
13	Equações de regressão e coeficientes de correlação (R^2) para a análise química de folhas na 1ª e na 2ª coleta. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	132
14	Equações de regressão e coeficientes de correlação (R^2) para a análise química de folhas na 3ª e na 4ª coleta. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	133
15	Equações de regressão e coeficientes de correlação (R^2) para as análises físico-químicas dos frutos no dia da colheita (tempo 1), após 5 dias (tempo 2), 10 dias (tempo 3) e 15 dias de armazenamento (tempo 4). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	158

RESUMO

NANNETTI, Dulcimara Carvalho. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão.** Lavras: UFLA, 2001. 184p. (Tese-Doutorado – Agronomia/Fitotecnia).*

Com o objetivo de avaliar os efeitos da fertirrigação com N e K sobre a produtividade, composição mineral de folhas e frutos e qualidade pós-colheita do pimentão (*Capsicum annuum* L.), foi efetuado o presente trabalho. Este foi conduzido no Departamento de Agricultura (DAG), no Departamento de Ciência do Solo (DCS) e no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras-MG. Utilizou-se o pimentão híbrido “Fortuna Super” (TopSeed), sob casa de vegetação tipo capela. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. As doses de nitrogênio avaliadas foram 2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g por planta, e as de potássio foram 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g por planta, combinadas, dispostas em blocos casualizados, esquema fatorial com 16 tratamentos, com três repetições. Foram realizadas fertirrigações duas vezes por semana, durante oito meses, e colheitas semanais, durante seis meses. Através das equações de regressão, pode-se inferir que 8,9 g de N e 17,6g de K₂O planta⁻¹ são doses que podem ser recomendadas, em fertirrigação, para o pimentão Fortuna Super, em condições similares à do experimento, já que resultaram em maior produção comercial de frutos. Para a análise do material vegetal foram efetuadas quatro coletas de folhas (90, 150, 210 e 240 dias após o transplantio) e três coletas de frutos (90, 150 e 210 dias após o transplantio) de plantas submetidas aos diferentes tratamentos. Os resultados médios de macro (N: 43,39; P: 2,52; K: 19,52; Ca: 38,74; Mg: 6,19; S: 3,53 g kg⁻¹) e de micronutrientes (Cu: 49,05; Mn: 228,70 e Zn: 50,29 mg kg⁻¹), encontrados ao se utilizar a dose 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, sugeriram um nível crítico para cada um destes elementos, para o pimentão cv. Fortuna Super F₁, em ambiente protegido. Observou-se que o aumento da dose de nitrogênio no solo favoreceu a absorção de cálcio e prejudicou a absorção de potássio e magnésio; o aumento da dose de potássio no solo prejudicou a absorção de nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo e o incremento dos elementos nitrogênio e potássio acima da dose 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, não aumentou a concentração interna destes nutrientes. Os frutos para avaliação pós-colheita foram colhidos no terceiro mês de produção, colocados em bandejas de isopor (3 por bandeja) e cobertos com filme de polietileno. Formaram parcelas subdivididas dentro dos vários tempos de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias) e foram dispostos em blocos casualizados, com três repetições, mantidos em galpão de armazenamento. Os tratamentos de fertirrigação no campo (N e K) não afetaram a coloração dos frutos, o seu

*Comitê de Orientação: Rovilson José de Souza – UFLA (Orientador)
Valdemar Faquin – UFLA

enrugamento (murcha), a perda de peso dos frutos e o pH. A elevação das doses de N no solo causou decréscimo nos valores da textura, maior teor de sólidos solúveis e pectina total nos frutos avaliados imediatamente após a colheita; maior teor de sólidos solúveis e de pectina total durante todo o período de pós-colheita; diminuição no teor de ácido cítrico no dia da colheita e 5 dias após o armazenamento. A elevação das doses de potássio no solo causou diminuição do teor de sólidos solúveis nos frutos de pimentão aos 10 dias de armazenamento; decréscimo nos valores da textura e no teor de ácido cítrico no dia da colheita e diminuição do ácido cítrico aos 5 dias de armazenamento; aumento na pectina total avaliada imediatamente após a colheita e aos 10 dias de armazenamento, com dose alta de N aplicado ao solo e 12 g de K_2O fornecidos por planta. Apesar de existirem diferenças estatísticas dos tratamentos nitrogenados e potássicos sobre a textura, sólidos solúveis, acidez total titulável, pectinas solúvel e total, em termos práticos as diferenças não são relevantes podendo estar associadas também a condições ambientais ou intrínsecas do próprio fruto.

ABSTRACT

NANNETTI, Dulcimara Carvalho. Nitrogen and potassium applied by fertigation on yield, nutrition and postharvest of the sweet pepper. Lavras: UFLA, 2000. 184p. (Thesis-Doctorate in Agronomy/Plant Science).*

The objective of this trial was to evaluate the effects of nitrogen and potassium application, by fertigation, over yield, mineral composition of leaves and fruits and postharvest conservation on the sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), in protected environment. This work was carried out at Agriculture Department (DAG), Soil Science Department (DCS) and at Food Science Department (DCA), at UFLA, Lavras-MG. The irrigation system utilized was the drip one. The doses evaluated were 2,0; 6,0; 10,0 and 14,0 g of nitrogen for plant, and 5,0; 10,0; 15,0 and 20,0 g of potassium for plant. The N and K doses were combined in a randomized block, in a factorial scheme, with 16 treatments, with three replicates. Fertigations were done twice a week, during eight months and harvests every week, during six months. Then we can conclude, by the regression equations, that 8,9 g of N and 17,6g of K₂O for plant, are doses that can be recommended, in fertigation, to "Fortuna Super" sweet pepper, in similar conditions of this experiment, because result in a best commercial fruit yield. The vegetal material analysis was realized by four leaves, (90, 150, 210 e 240 days after transplant), and three fruits collects (90, 150 e 210 days after transplant), of plants submitted to different treatments. The average results of macro, (N: 43,39; P: 2,52; K: 19,52; Ca: 38,74; Mg: 6,19; S: 3,53 g kg⁻¹), and micronutrients, (Cu: 49,05; Mn: 228,70 e Zn: 50,29 mg kg⁻¹), obtained with the dose 10 g of N and 15 g of K₂O plant⁻¹, applied by fertigation, suggest a critical level to each nutrient, of sweet pepper cv. "Fortuna Super F₁", in protected environment. It was observed that the increase of nitrogen dose on soil raised the calcium uptake and decrease the potassium and magnesium uptake; the increase of potassium dose on soil decrease nitrogen, calcium, magnesium and phosphorus uptake, and the increase of nitrogen and potassium higher than 10 g of N e 15 g of K₂O plant⁻¹, didn't increase these nutrients internal concentration. Fruits to postharvest evaluation were harvested on the third month of yield, put on trays, (three fruit to tray), covered with polyethylene film. These were organized in shared parcels within four stored times (0, 5, 10 e 15 days), in a randomized blocks, with three replicates, maintained in a stored room. Fertigation treatments in the field (N and K) did not affect color and wilt fruits, neither lost weight and pH. The increase of N doses on the soil, during plants development resulted on the sweet peppers fruits a decrease on fruits texture, the highest content of soluble solids and increase of total pectine evaluated immediately after the harvest; the highest

Guidance Committee: Rovilson José de Souza – UFLA (Major Professor)
Valdemar Faquin – UFLA

content of solubel solids and increase of total pectine during all postharvest period; decrease on content of citric acid on the harvest day and 5 days after storage. The increase of K doses on the soil resulted on the decrease on solubel solids within 10 days of storage; on the decrease in the texture fruits and on the content of citric acid on harvest day and decrease of the citric acid 5 days after storage; increase on total pectine evaluated immediately after harvest and after 10 storage days, with high N dose applied on soil and with 12 g of K_2O applied per plant. Although of the statistics differences from nitrogen and potassium treatments over texture, solubel solids, citric acids, solubel and total pectines, in practical way the differences aren't so important. These differences can be associate too with ambiental conditions or characteristics of the own fruits.

CAPÍTULO 1

1. Introdução Geral

A cultura do pimentão apresenta elevado valor comercial e está entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil. Dentre essas, é a que possui maior teor de vitamina C, essencial à nutrição humana, podendo chegar a $1,5\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de massa seca, além de 10% de proteínas (El Saied, 1995). O valor nutritivo dos frutos deve-se, também, à presença das vitaminas A, B₁ e B₂ e minerais, como o Ca, Fe e P (Poblete, 1971).

Os frutos do pimentão são comercializados principalmente na coloração verde e vermelha, sendo produzidos também frutos amarelo, cor de marfim, laranja e também arroxeados, alcançando preços mais elevados pela excentricidade. A pigmentação influencia o sabor e aroma, os frutos vermelhos são mais saborosos, possuindo 50% a mais de substância picante, a capsaicina (Fonseca, 1986).

Trata-se de uma olerícola cultivada em diferentes regiões do mundo, e tem grande importância econômica no Brasil e no exterior, principalmente nos Estados Unidos, México, Itália, Japão e Índia (Silva, 1998). O Brasil exporta frutos frescos de pimentão para o Uruguai e pimentão em pó para a Alemanha e Japão. O pimentão é cultivado em todo o País, sendo que as maiores áreas de plantio e comercialização se localizam na região Sudeste (Nascimento e Bortaux, 1992).

Entretanto, em determinadas épocas do ano, mesmo com extensas áreas cultivadas, ocorre escassez da oferta de pimentão e outros produtos olerícolas, o que tem levado os olericultores a melhorarem e a renovarem seus sistemas de

cultivo, de modo a obterem colheitas em períodos de baixa oferta desses produtos no mercado interno.

⤴ Segundo Sganzerla (1995), o cultivo em ambiente protegido possibilita uma produção contínua e certa, abastecendo o mercado o ano todo. Esse sistema tem proporcionado colheitas com alto rendimento e melhor qualidade dos produtos, em épocas do ano em que as condições ambientais são normalmente desfavoráveis no campo. Neste ambiente, o comportamento da planta e sua necessidade nutricional é diferente. Apesar disso, na maioria das vezes, as mesmas doses de fertilizantes estão sendo utilizadas nos dois sistemas de cultivo, enfatizando a necessidade de pesquisa sobre o assunto.

Outra técnica adotada pelos olericultores é a fertirrigação. O manejo eficaz dessa técnica é também importante para o aumento da produtividade e redução dos custos de exploração do pimentão. Além de aumentar a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, ela reduz gastos com a mão-de-obra. Nestas condições, maiores produções podem ser obtidas com a aplicação de menor quantidade de fertilizantes e menor custo operacional (Frizzone et al., 1985). No entanto, há necessidade de pesquisas que gerem informações, as quais permitam que os fertilizantes sejam utilizados de forma mais racional e econômica nestes novos sistemas de cultivo, evitando-se problemas no solo como o excesso de sais, além de conferir ao produto uma maior longevidade pós-colheita.

Sabe-se que a fertilização das culturas influencia não somente a produtividade, mas também a qualidade final do produto, o que vem de encontro ao interesse do consumidor, quando se sabe que existe atualmente uma exigência crescente em relação à qualidade dos produtos agrícolas adquiridos (Chitarra, 1998). Além do apelo por produtos de qualidade, a forma atual de comercialização, mais direta ao consumidor, faz com que o olericultor se preocupe também com a pós-colheita dos frutos.

Dessa forma, esse trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da aplicação do N e K via fertirrigação, em ambiente protegido, sobre a produção, nutrição e pós-colheita do pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Fortuna Super F₁).

2. Referencial Teórico

2.1. Cultivo do pimentão em ambiente protegido

A Devido às suas características de cultura tropical, o pimentão tem muitas vezes sua safra prejudicada por alterações climáticas, principalmente queda de temperatura nos meses de maio a agosto. Além disso, a ocorrência acentuada de chuvas no período de dezembro a fevereiro contribui para a ocorrência de doenças e perda de qualidade. Com o cultivo em ambiente protegido consegue-se produzir durante as entressafas, reduzindo as oscilações significativas de preços e sob adequado manejo obter frutos de melhor qualidade, aumentar a produção, diminuir o uso de defensivos, obter colheita mais precoce e frutos mais uniformes.

∩ Entretanto, o índice atual da superfície agrícola em ambiente protegido no Brasil ainda é baixo (entre 2.000 a 3.000 ha), quando comparado com outros países como a Espanha (28.000 ha), a Coréia (15.000 ha) e a Turquia (10.000 ha), (Sganzerla, 1995). Minami (1996), estimou para o Brasil, uma área de cultivos agrícolas de 10.000 ha sob plástico para o ano 2.000.

I^b Segundo Martins e Peil (1995), com a plasticultura implantada em 20 % da área cultivada a campo com as espécies olerícolas adaptadas a esta tecnologia, poder-se-ia triplicar o rendimento dessas culturas, assim como ampliar o seu cultivo em um maior número de vezes por ano, contribuindo para um aumento entre 10 a 20 % da produção total de hortaliças do País.

∫^dNo Brasil, o pimentão está entre as três culturas mais utilizadas sob cultivo protegido. O ciclo produtivo é longo (6 a 12 meses), podendo ter uma produtividade superior a 800 caixas tipo K por 1.000 pés (Andriolo et al., 1991).

A aplicação das técnicas de plasticultura é altamente viável para o Brasil, tanto pelas razões abordadas, quanto por outros aspectos importantes que envolvem a produção primária. A primeira impressão negativa é o custo; todavia, as inúmeras vantagens que são obtidas tornam esse fator menos limitante. Muitas vezes, o valor gasto nas aquisições dos agrofilmes é amortizado pela economia de alguns insumos que esta técnica proporciona (Sganzerla, 1995).

2.2. Irrigação por gotejamento

∫^vAs olerícolas são culturas muito sensíveis à deficiência hídrica, principalmente a grandes variações do nível de água no solo, refletindo num desenvolvimento precário e desuniforme dos frutos. Dentre as olerícolas, nesse sentido, destaca-se o pimentão, para o qual a irrigação é um fator de aumento de produtividade e diminuição de riscos, influenciando a qualidade e quantidade de frutos além de outros aspectos de produção (Doorenbos, 1994).

Bernardo (1987), cita como vantagens do sistema de irrigação por gotejamento, maior produtividade das culturas, maior eficiência no uso de fertilizantes, maior eficiência no controle fitossanitário, possibilidade do uso de água salina e irrigação de solos salinos. Vieira (1975) adiciona ainda, que o gotejamento é uma técnica que, além de apresentar um aumento na produtividade das culturas, tem maior eficiência no uso da água. Essas características dos sistemas de irrigação localizada proporcionaram seu desenvolvimento, possibilitando praticá-la em solos e topografias que dificilmente seriam irrigados por outros métodos. Caixeta (1978) relata que o

equipamento é de baixo custo, e por ser um equipamento fixo e de fácil automatização, os custos operacionais também são baixos.

Segundo Benami e Ofen (1984), citados por Villas Boas, Boaretto e Vitti (1994), na irrigação por gotejamento a água aplicada pelo gotejador penetra no solo e move-se para baixo e para os lados, formando um cone. O tamanho e a forma do cone são afetados principalmente pela vazão do gotejador, tipo do solo e tempo de aplicação.

Ollita (1981) relata que este sistema vem apresentando produções superiores às obtidas por outros métodos. A água e os nutrientes nela dissolvidos são aplicados na zona onde se encontram as raízes, de onde são removidos pelas culturas, havendo menor possibilidade de perda por lixiviação. Entretanto, devido ao diâmetro dos gotejadores, há possibilidade de entupimento dos mesmos, e para que isso não aconteça, as partículas de fertilizantes sólidos que são encontrados na solução necessitam ser retiradas através de filtros. O entupimento pode ser ocasionado por microrganismos, algas ou precipitados formados pela reação de alguns fertilizantes com a água de irrigação (Karmelli e Keller, 1975, citados por Villas Boas, Boaretto e Vitti, 1994).

Caixeta, em 1978, estudando irrigação por gotejamento na cultura do pimentão, no campo, testou várias lâminas de água (2, 4 e 6 mm dia⁻¹) e vários turnos de rega (1, 2 e 3 dias). Obteve melhor produção de frutos (30.546 kg ha⁻¹), maior peso médio de frutos (73 g), maior produção de sementes (589 kg ha⁻¹), maior peso médio de 1.000 sementes (7,63 g) e maior porcentagem de germinação das sementes colhidas (92 %) quando utilizou 6 mm de água por dia e turno de rega diário. A subirrigação ocasionou reduções na produção, ao passo que menores turnos de rega conduziram à maior eficiência do uso de água.

Segundo Storlie, Neary e Paterson (1995), pesquisas conduzidas em várias regiões dos Estados Unidos têm mostrado que o uso da irrigação

localizada e da cobertura do solo com o filme de polietileno resulta em maior produtividade e qualidade dos produtos olerícolas.

Em tomateiro cultivado em vasos com solo argiloso e utilizando a irrigação por gotejamento com intensidades de aplicação de 0,17; 0,86; 2,80 e 8,7 L h⁻¹, Manfrinato (1970) concluiu que a menor intensidade de aplicação proporcionou maior número de flores e frutos, além de frutos mais pesados.

2.3. Nutrição mineral do pimentão

2.3.1. Importância do nitrogênio e do potássio

A matéria seca dos vegetais, em geral, contém aproximadamente de 20 a 40 g de N por kg de matéria seca (Mengel e Kirkby, 1987).

As plantas são capazes de absorver N do meio em diferentes formas: N₂, uréia, NH₄⁺ e NO₃⁻ (Malavolta et al., 1997).

Segundo Faquin (1994), cerca de 90 % do N total da planta encontram-se em forma orgânica e é assim que desempenha as suas funções, como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas. Os aminoácidos livres dão origem a outros aminoácidos, às proteínas (também enzimas e coenzimas), são precursores de hormônios vegetais (AIA e etileno), núcleos porfirínicos (clorofila e citocromo) e reserva de N nas sementes. As bases nitrogenadas dão origem aos nucleosídeos, nucleotídeos, ácidos nucleicos (DNA e RNA), ATP e coenzimas (NAD e o NADP).

Segundo Malavolta et al. (1997), o nitrogênio estimula a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, assim como a vegetação. Participa da absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular.

De acordo com Faquin (1994), o sintoma característico de deficiência de N nas plantas é uma clorose que se inicia nas folhas mais velhas. As novas inicialmente se mantêm verdes em consequência da redistribuição.

O potássio é absorvido pelas plantas na forma iônica, como K^+ . O requerimento deste elemento para o ótimo crescimento das plantas está, aproximadamente, entre 20 a 50 g de K_2O por kg de matéria seca, variando em função da espécie e do órgão analisado. O K não faz parte de nenhum composto orgânico, portanto, não desempenha função estrutural na planta; possui funções bioquímicas e fisiológicas; é responsável pela ativação enzimática (de mais de 50 enzimas); tem função de osmorregulação (expansão celular e abertura e fechamento dos estômatos), fotossíntese (assimilação e difusividade do CO_2) e transporte de carboidratos (despolarização da plasmalema e ativação das ATPases), (Faquin, 1994).

Plantas deficientes em potássio apresentam acúmulo de carboidratos, compostos nitrogenados solúveis, além da diminuição no teor de amido e na atividade de diversas enzimas (Marschner, 1997).

Os principais sintomas visuais da deficiência de potássio são a presença de queimaduras nas margens das folhas mais velhas, folhas com coloração escura, pecíolos menores e mais rígidos, internódios mais curtos e caule mais fino. Em estádios mais avançados de deficiência, a clorose e a necrose podem difundir-se para as folhas mais novas, ocorrendo abscisão prematura das folhas mais velhas. Outras consequências são o surgimento de frutos menores com amadurecimento desigual (Freire, Monnerat e Martins Filho, 1980).

Os sintomas de deficiência do potássio são mais aparentes no início da frutificação, quando ocorre grande carreamento do potássio das folhas para os frutos. A correção da deficiência nessa época pode não ser satisfatória, uma vez que a produção certamente já estará comprometida (Widders e Lorenz, 1982).

O excesso de potássio, por outro lado, pode causar reduções na produção e qualidade dos frutos, devido à competição deste elemento com os íons cálcio e magnésio pelos sítios de absorção, desbalanço nutricional e dificuldade de absorção de água pela planta (Marschner, 1997).

2.3.2. Exigência nutricional do pimentão

2.3.2.1. Extração de nutrientes

Segundo Faquin (1994), a expressão “exigências nutricionais” refere-se às quantidades de macro e micronutrientes que uma cultura retira do solo, do adubo e do ar, para atender às suas necessidades, crescer e produzir adequadamente. A quantidade de nutrientes exigida é em função dos seus teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida.

O conhecimento da exigência nutricional das plantas é importante para se estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas através de fertilizantes, obtendo, assim, melhores rendimentos. Segundo Negreiros (1995), os nutrientes são exigidos pelo pimentão, em ordem decrescente: potássio, nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio e magnésio, dentre os macronutrientes, e manganês, ferro, zinco e boro, dentre os micronutrientes.

A absorção de nutrientes difere de acordo com o desenvolvimento da planta, intensificando-se com a floração, formação e crescimento dos frutos. Inúmeros autores estudam a absorção dos nutrientes pelas culturas, a translocação destes para folhas e frutos e sua relação com o processo produtivo da cultura.

Estudos da marcha de absorção da cultura demonstraram que o maior acúmulo dos macronutrientes, por grama de matéria seca da planta, por dia, ocorreu no estágio inicial do ciclo da planta até o aparecimento dos primeiros

frutos (Haag, Homa e Kimoto, 1970; Fernandes, 1971 e Miller, McCollum e Claimon, 1979). Os autores concluem que os elementos mais acumulados pelos frutos do pimentão foram o potássio e o nitrogênio, seguidos pelo fósforo, enxofre, cálcio e magnésio. Verificaram também que o nitrogênio, o fósforo e o potássio acumularam tanto na parte vegetativa quanto nos frutos, enquanto somente 6 % do cálcio total absorvido pela planta e 17 % do magnésio encontravam-se nos frutos.

Analisando o teor de nutrientes na parte vegetativa da planta, em cultivo protegido, Haag, Homa e Kimoto (1970) observaram um aumento de N, Ca e S até o início da frutificação. O P foi absorvido mais intensamente até o início da floração, estabilizando-se em seguida. O K e o Mg foram absorvidos ao longo de todo o ciclo, sem apresentarem uma época preferencial de absorção.

Fontes e Monnerat (1984) relatam que a planta de pimentão apresenta um crescimento lento até os 75 dias da semeadura, com uma elevação súbita dos 75 aos 90 dias. Neste período a absorção de nutrientes é maior, devido à frutificação, permanecendo elevada durante toda a colheita.

Suficientes níveis de N, P, K, Ca e Mg em tecidos maduros de caules de pimentão, citados por Miller, McCollun e Claimon, (1979), são, respectivamente: 15,6; 3,0; 33,4; 15,3 e 6,0 g kg⁻¹. Verificou-se que as maiores taxas de acúmulo de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, por grama de matéria seca de planta, por dia, ocorreram no período de 28 a 42 dias após o transplante. A maior taxa absoluta de absorção desses nutrientes, em quilogramas por hectare e por dia, foi durante 56 a 70 dias após o transplante, no período de rápido crescimento do fruto. Aos 98 dias as plantas tinham absorvido as seguintes quantidades de nutrientes, em kg ha⁻¹: 118 de N, 15 de P, 123 de K, 41 de Ca e 32 de Mg.

Fernandes (1971), estudando extração de micronutrientes por plantas de pimentão, em condições de campo, encontrou os valores de 27, 452, 114 e 99 g

ha⁻¹ para o Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Oliveira et al. (1971), citados por Castellane, Souza e Filho (1991), definem quantidades diferentes de micronutrientes absorvidas por plantas de pimentão, como: 8, 44, 27, 12 e 11g ha⁻¹ para o Cu, Fe, Mn, Zn e B.

2.3.2.2. Concentração de macro e micronutrientes em folhas

Existe uma relação bem definida entre o crescimento, a produção das culturas e o teor de nutrientes em seus tecidos. Assim, a diagnose foliar torna-se essencial para o acompanhamento do estado nutricional da planta. Com a concentração de nutrientes abaixo de um nível considerado crítico a produção está comprometida, quando a concentração está acima deste nível, o seu incremento não corresponde mais a aumentos de crescimento e produção, representando um consumo de nutrientes desnecessário (CFSEMG, 1999).

De acordo com Dechen, Bataglia e Santos (1995), o nível crítico corresponde à concentração do nutriente na folha, abaixo da qual a taxa de crescimento, a produção ou a qualidade dos produtos são significativamente diminuídas.

Os tecidos da planta mostram o seu “status” nutricional em dado momento, de modo que a análise dos tecidos deve ser associada à análise do solo, permitindo uma avaliação mais eficiente do estado nutricional da cultura e das necessidades de redirecionamento do programa de adubação.

A parte da planta geralmente utilizada para o diagnóstico do estado nutricional é a folha, por ser a sede do metabolismo e refletir bem, na sua composição, as mudanças nutricionais (Marschner, 1997).

Segundo a CFSEMG (1999), a fase de amostragem do tecido vegetal é uma das mais críticas no uso da análise foliar, sendo que pode ser responsável por 50% da variabilidade dos resultados observados na análise de plantas. Deve-

se levar em conta critérios de padronização de amostragem, como: idade da planta e das folhas e posição da folha na planta e em relação aos frutos. Além disso, não se deve coletar amostras das folhas quando, em semanas antecedentes, fez-se o uso de adubação no solo, foliar, aplicação de defensivos, ou após períodos intensos de chuva.

É importante ressaltar que os padrões existentes para a comparação dos resultados obtidos da análise foliar podem variar em função de fatores como clima, face de exposição, tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes no solo, interação entre nutrientes no solo e na planta, idade da cultura, porta-enxertos, produção pendente, volume e eficiência do sistema radicular, declividade do terreno, cultivo prévio, ataque de pragas e doenças, uso de defensivos e adubos foliares e práticas de manejo que variam de acordo com o nível de tecnologia utilizado (CFSEMG, 1999).

A existência de tantos fatores que influenciam a composição mineral dos tecidos vegetais sugere que para o estabelecimento de padrões para a interpretação dos resultados da análise foliar, seja mais interessante a adoção das faixas de suficiência (insuficientes, adequadas ou tóxicas), do que o estabelecimento do nível crítico do nutriente na planta, pois a primeira opção oferece maior flexibilidade na diagnose (Trani et al., 1996).

Mills e Jones (1996) consideraram adequados os seguintes teores de nutrientes, em g kg^{-1} , em plantas de pimentão jovens, produzindo as primeiras flores: 40 a 60 de N; 3,5 a 10,0 de P; 40 a 60 de K; 10 a 25 de Ca; 3 a 10 de Mg; e em plantas produzindo frutos, em g kg^{-1} : 35 a 50 de N; 2,2 a 7,0 de P; 35 a 45 de K; 13 a 28 de Ca e 2,5 a 12 de Mg. Já Reuter e Robinson (1997) consideraram suficientes os seguintes teores de nutrientes, em g kg^{-1} , para plantas de pimentão jovens, com flores e frutos: 30 a 60 de N; 3 a 7 de P; 40 a 60 de K; 10 a 35 de Ca e 3 a 12 de Mg.

Haag, Homa e Kimoto (1970) mostraram que no aparecimento dos primeiros frutos, os teores de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte vegetativa das plantas de pimentão devem ser, respectivamente, 29,7; 3,0; 35,0; 18,4; 2,3 e 4,5 g kg⁻¹. No mesmo período verificaram que os conteúdos totais de N, P, K, Ca, Mg e S foram 145,08; 16,31; 168,82; 70,16; 16,00 e 18,96 mg por planta, respectivamente, sendo que 38,16 de N; 5,51 de P; 39,22 de K; 3,92 de Ca; 2,23 de Mg e 2,76 mg de S acumularam-se nos frutos. Por outro lado, Fernandes (1971) mostrou que plantas com os teores de 13,1; 1,0; 10,0; 16,0; 3,8 e 2,0 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, estão altamente deficientes nesses elementos.

Fernandes e Haag (1972) definiram os teores de macronutrientes em folhas maduras de plantas de pimentão, cultivadas em condições de nutrição normal e em condições deficientes, que foram, respectivamente, em porcentagem de matéria seca: N (3,07-1,35); P (0,23-0,10); K (5,78-1,05); Ca (2,54-1,63); Mg (0,78-0,34) e S (0,35-0,19).

A concentração de macronutrientes em frutos de pimentão, encontrada por Furlani et al. (1978), foi de 21,8 g kg⁻¹ de N; 4,12 g kg⁻¹ de P; 9,8 g kg⁻¹ de K; 1,1 g kg⁻¹ de Ca; 1,2 g kg⁻¹ de Mg; e 2,5 g kg⁻¹ de S. Miller, McCollum e Claimon (1979) citam como adequados os teores de 17,5 g kg⁻¹ de N; 3,8 g kg⁻¹ de P; 29,0 g kg⁻¹ de K; 1,6 g kg⁻¹ de Ca e 2,2 g kg⁻¹ de Mg. Entretanto, Hamilton e Ogle (1962) encontraram um valor de 1,8 g kg⁻¹ de cálcio em frutos com podridão apical, enquanto frutos isentos deste distúrbio continham 2,4 g kg⁻¹.

Para Jones Jr. et al. (1991), concentrações suficientes nas folhas, no período compreendido do início do florescimento a um terço do final do ciclo, em porcentagem da matéria seca, oscilam entre 4,0-6,0; 0,35-1,0; 4,0-6,0; 1,0-2,5 e 0,3-1,0, respectivamente para N, P, K, Ca e Mg. Porém, no final do ciclo, os níveis críticos dos teores de macronutrientes em folhas completamente

maduras oscilam entre 3,5-5,0; 0,22-0,7; 3,5-4,5; 1,3-2,8 e 0,3-1,0, respectivamente, para N, P, K, Ca e Mg.

Thomas e Heilman (1964) definiram o nível crítico de N em 40 g kg⁻¹, nos tecidos de folhas completamente desenvolvidas, em plantas no início do florescimento, mostrando que a produção do pimentão estava altamente associada com o teor de N nas folhas. Os mesmos autores verificaram, em trabalhos realizados em 1967, que a aplicação de N aumentou a absorção de P pela planta. O valor de 37 g kg⁻¹ de N, citado por Knavel (1977), é considerado ideal em folhas de plantas de pimentão na ocasião de serem transplantadas e com seis semanas de idade.

Segundo Trani et al. (1996), as faixas de nutrientes adequadas em folhas do pimentão são, para os macronutrientes (g kg⁻¹ da matéria seca): N=30-60; P=3-7; K=40-60; Ca=10-35; Mg=3-12; e para micronutrientes (mg kg⁻¹ da matéria seca): B=30-100; Cu=8-20; Fe=50-300; Mn=30-250; Zn=30-100. De acordo com os autores, pode-se fazer a amostragem de folhas do pimentão para análise química visando a certificação da adequada nutrição da planta, através da coleta de folhas recém-desenvolvidas. Estas devem ser coletadas do florescimento até a metade do ciclo, amostrando-se 25 plantas.

Recentemente, valores de referência para a interpretação dos resultados de análise de tecidos de pimentão foram citados pela CFSEMG (1999). N, P, K, Ca, Mg e S devem estar presentes nos teores de 30,7; 2,3; 57,8; 25,4; 7,8 e 3,5 g kg⁻¹. Os micronutrientes são citados apenas para a cultura do tomate; são eles: Cu, Fe, Mn, e Zn, nos teores de 40; 268; 290 e 37 mg kg⁻¹.

2.3.2.3. Adubação em pimentão

As recomendações de adubação para a cultura do pimentão são variadas. A CFSEMG (1989), recomendava para o cultivo a campo, uma aplicação por

hectare de: 60 kg de N no plantio e 240 kg de N em cobertura; 300, 240 ou 180 kg de P_2O_5 ha^{-1} ; 240, 180 ou 120 kg de K_2O ha^{-1} , no plantio, dependendo do nível de P e K no solo (baixo, médio ou alto, respectivamente), e 50 kg de K_2O ha^{-1} em cobertura. Além de 20 t ha^{-1} de matéria orgânica.

Em recente publicação, a CFSEMG (1999) recomenda para o cultivo em ambiente protegido, a aplicação de nutrientes em cobertura via fertirrigação, e espera-se uma produtividade de 100 t por hectare. Deve-se aplicar no plantio, nesse caso: 600, 420, 240 e 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} ; 120, 80, 40 e 0 kg de K_2O ha^{-1} , dependendo do nível de P e K no solo (baixo, médio, bom ou muito bom, respectivamente); acrescentar à adubação de plantio 1 kg ha^{-1} de boro, 3 kg ha^{-1} de zinco e de 10 a 30 kg ha^{-1} de enxofre; colocar matéria orgânica: 5 m^3 de húmus de minhoca ha^{-1} ou 20 a 40 m^3 de esterco de curral curtido ha^{-1} ou 4 a 8 m^3 de esterco de galinha ha^{-1} . Em cobertura deve-se aplicar, da 1ª a 4ª semana: 20 kg de N ha^{-1} , 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 20 kg de K_2O ha^{-1} . Da 5ª a 8ª semana: 24 kg de N ha^{-1} , 36 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 24 kg de K_2O ha^{-1} . Da 9ª a 14ª semana: 38 kg de N ha^{-1} , 24 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 60 kg de K_2O ha^{-1} . E, finalmente, da 15ª semana em diante: 80 kg de N ha^{-1} , 0 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 150 kg de K_2O ha^{-1} . Totalizando, em cobertura: 162 kg de N ha^{-1} , 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 254 kg de K_2O ha^{-1} .

Savig et al. (1979) obtiveram máxima produção de pimentão (31 t ha^{-1}) quando utilizaram 390 kg ha^{-1} de N e 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 em solo arenoso. Os autores observaram, ainda, que a adição de matéria orgânica (0, 30 e 90 t ha^{-1}) só influenciou a produtividade quando não se aplicou o nitrogênio.

Segundo Sganzerla (1995), o pimentão em ambiente protegido deve receber 20 a 25 t ha^{-1} de esterco bovino bem fermentado, além de 150 g de superfosfato simples, 50 g de sulfato de potássio e 30 g de sulfato de amônio por m^2 .

Para Makishima (1997), em solo de fertilidade média devem ser aplicados 60 a 100 kg de N, 200 a 300 kg de P_2O_5 e 100 a 180 kg de K_2O . Os

micronutrientes boro (10 a 12 kg ha^{-1}) e zinco (10 a 15 kg ha^{-1}) também devem ser aplicados antes do plantio. As adubações de cobertura devem ser feitas no início da floração e mantidas durante toda a fase produtiva, com nitrogênio e potássio ($100 \text{ kg de N e de } K_2O \text{ ha}^{-1}$ por vez) a cada 30 dias.

Segundo recomendações do Instituto Agronômico de Campinas (Trani et al., 1996), devem ser utilizadas as seguintes quantidades de nutrientes para solos com baixa, média e alta fertilidade, respectivamente: 600 , 320 ou 160 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; 180 , 120 ou 60 kg ha^{-1} de K_2O ; 40 kg ha^{-1} de N; 1 kg ha^{-1} de boro; 3 kg ha^{-1} de zinco e 10 a $30 \text{ kg de enxofre ha}^{-1}$ no plantio, além de 10 a 20 t ha^{-1} de esterco de curral curtido ou $2,5$ a $5,0 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco de galinha curtido. Como adubação de cobertura, utiliza-se de 80 a 120 kg ha^{-1} de N e de 80 a 120 kg ha^{-1} de K_2O , parceladas em quatro ou seis vezes.

De acordo com Storlie, Neary e Paterson (1995), existe muita disparidade na taxa de N requerida para a produção de pimentão nos Estados Unidos. As diferenças, segundo o autor, devem-se desde variações das práticas culturais até variações ambientais em que as plantas de pimentão são cultivadas. Experimentos têm demonstrado que a produtividade do pimentão é máxima quando se aplica um terço do total do fertilizante em pré-plantio, com as fertilizações seguintes sendo efetuadas de forma periódica, igualmente espaçadas, em quantidades iguais, através do sistema de irrigação (Storlie, Neary e Paterson, 1995).

2.4. Fertirrigação

Em alguns países, como os Estados Unidos, Israel, Itália e outros, a fertirrigação tornou-se uma técnica de uso generalizado, principalmente com o desenvolvimento dos modernos sistemas de irrigação e da qualidade dos fertilizantes líquidos. No Brasil ainda são poucas as áreas de culturas

fertirrigadas. Entretanto, com a difusão de novas tecnologias em irrigação, custo crescente de mão-de-obra, necessidade de aumentar a eficiência de utilização dos insumos e implementar a produtividade do sistema de produção agrícola, as perspectivas de utilização de tal técnica são grandes.

Hernandez (1994) relata que os proprietários de sistemas de irrigação localizada e de pivô-central são os que fazem uso mais freqüente da técnica, notadamente para a aplicação de adubos nitrogenados, contando com inúmeras vantagens, tais como:

- A fertilização por essa técnica é mais rápida do que a convencional, bastando a preparação da solução, e o sistema de irrigação faz a aplicação.
- O uso do equipamento de fertirrigação é fácil e a aplicação de nutrientes é bastante rápida; assim, uma única unidade de injeção muitas vezes pode ser utilizada para toda a área.
- A solução fertilizante se dilui de forma homogênea na água de irrigação e é distribuída no campo da mesma forma que a água, através da tubulação, desde que o sistema de irrigação apresente boa uniformidade de aplicação.
- A fertirrigação aumenta a eficiência dos adubos, pois os nutrientes chegam até as plantas já na forma solúvel, prontamente disponível. Não depende do grau de umidade do solo na hora de aplicação e das condições atmosféricas. Além disto, permite maior parcelamento, reduzindo as perdas por lixiviação.
- Pode-se promover um aprofundamento dos nutrientes, bastando fazer um controle do tempo de irrigação.
- Os nutrientes podem ser aplicados em qualquer época, possibilitando maior parcelamento das aplicações, adequando-as às necessidades das culturas.
- O controle sobre a aplicação do produto é maior, pois as variações causadas pela interferência do homem são reduzidas.

- A aplicação de micronutrientes geralmente é feita em pequenas quantidades, dificultando sua aplicação mecânica. Com a fertirrigação pode-se aplicá-los com maior facilidade.

Entretanto, como toda técnica, a fertirrigação também apresenta algumas limitações, tais como:

- Não é uma técnica apropriada para fertilizantes pouco solúveis.
- Algumas partes metálicas do sistema de irrigação podem ser danificadas pela atividade corrosiva dos fertilizantes, especialmente as relacionadas ao equipamento de injeção. Isto requer alguns cuidados, como a lavagem dos equipamentos, bem como da tubulação de irrigação.
- Alguns fertilizantes, especialmente os fosfatados, podem sofrer precipitação na rede de irrigação, como reação ao pH da solução, provocando obstruções nos emissores, especialmente em gotejadores.
- Em instalações cuja fonte de água são poços subterrâneos deve-se colocar válvulas de retenção e anti-vácuo, impedindo a inversão do fluxo na rede de irrigação, que poderia contaminar o lençol freático.
- O custo inicial da fertirrigação é elevado. Segundo Frizzone e Botrel (1994), divide-se em sistema de injeção, reservatório para armazenamento da solução e sistema de prevenção de retorno de fluxo, resultando em uma estimativa geral de custos de US\$ 4.000 por hectare.

2.4.1. Escolha do fertilizante

Segundo Vitti, Boaretto e Penteado (1994), além da possibilidade de utilização de fertilizantes sólidos na fertirrigação, vem ocorrendo um significativo aumento na produção de adubos fluidos em todas as partes do mundo. A indústria, tanto no setor de fertilizantes quanto no de equipamentos para a irrigação, começa a desenvolver produtos para o uso em fertirrigação.

Medina San Juan (1985), ao se referir ao sistema de fertirrigação via gotejamento, relata que, teoricamente, é possível aplicar qualquer tipo de fertilizante via água de irrigação; entretanto, para evitar entupimentos, deve-se escolher os mais solúveis. Segundo Hernandez (1994), os fertilizantes devem possuir alguns pré-requisitos para garantir a eficiência no fornecimento de nutrientes, como: solubilidade rápida e completa, evitando problemas de precipitação no interior do tanque de mistura e obstruções dos emissores; baixa capacidade corrosiva, evitando a danificação da tubulação; baixa volatilidade e alta concentração; fácil manipulação; compatibilidade; baixa toxicidade; baixo custo e elevada pureza, a fim de evitar resíduos nos tanques de mistura.

O fracionamento da aplicação de fertilizantes representa uma das maiores vantagens da fertirrigação, uma vez que o fornecimento parcelado de minerais atende às diferentes etapas de desenvolvimento das plantas e permite maior eficiência e economia de fertilizantes. O parcelamento na fertirrigação deve se basear na periodicidade da irrigação, os intervalos de irrigação não podem ser muito curtos, pois favorecem o desenvolvimento radicular superficial. Devem ser consideradas as características dos fertilizantes e a demanda de nutrientes pela planta nos diversos estádios de desenvolvimento fenológico através da marcha de absorção da cultura (Vitti, Boaretto e Penteado, 1994).

Alguns nutrientes químicos são mais utilizados em fertirrigação. Os planejamentos agrícolas normalmente contemplam o nitrogênio e o potássio devido a maior exigência desses nutrientes pelas plantas, à facilidade de sua utilização no equipamento de irrigação, boa translocação no solo, bem como os efeitos benéficos promovidos pelo seu parcelamento para as culturas, o que é favorecido pelo sistema. No entanto, em solos argilosos, segundo Costa, França e Alves (1986), o potássio tem menor mobilidade. Recomenda-se, então, que a sua aplicação seja feita no sulco de plantio. Já em solos arenosos é normal sua aplicação na água de irrigação, parceladamente. Porém, não há necessidade de

muitas aplicações como ocorre para o nitrogênio, podendo ser aplicado parte no plantio e o restante em duas a quatro aplicações na água de irrigação. O parcelamento do nitrogênio é justificado por Malavolta (1980) devido a fatores como: baixa exigência inicial e rápida lixiviação, principalmente em solos arenosos e solos com índice salino elevado.

Os fertilizantes nitrogenados, como uréia, nitrato de amônio e sulfato de amônio, são os mais solúveis em água, não apresentando problemas para serem utilizados na irrigação via gotejamento. Aquamônia, amônia anidra e fosfatos de amônio promovem a elevação do pH da água. Cuidados especiais com estas fontes devem ser tomados quando forem altos os teores de cálcio e magnésio na água de irrigação, pois pode ocorrer precipitação de sais e, conseqüentemente, problemas de entupimento dos gotejadores. Já o contrário ocorre com fontes amoniacais aplicadas de modo localizado no solo, pois a área molhada é pequena e problemas de acidificação, próximo ao gotejador, podem ocorrer (Villas Boas, Boaretto e Vitti, 1994). Edwards et al. (1982) verificaram que o pH do solo nos 30 cm do perfil decresceu de 6,2 para 3,7 após 2 anos de aplicação de 59 gramas de nitrato de amônio por ano por gotejador. Haynes (1990) observou que o sulfato de amônio promoveu a acidificação do solo nos 20 cm abaixo da superfície e a uréia acidificou o solo até 40 cm.

Quanto à absorção do nitrogênio pela planta, quando se comparam fontes nítricas e amoniacais, o que se observa é que embora as plantas absorvam prontamente NO_3^- , NH_4^+ e uréia, respostas ao NO_3^- são normalmente mais rápidas porque ele é carregado até a superfície da raiz pela água, via fluxo de massa. O amônio das fontes amoniacais, ou mesmo proveniente da amonificação da uréia, é relativamente imóvel no solo, pois ele é adsorvido mais perto da superfície, enquanto o NO_3^- e a uréia são carregados mais facilmente em profundidade no solo (Medina San Juan, 1985).

Os fertilizantes potássicos apresentam menor solubilidade do que os nitrogenados, mas são bastante empregados na fertirrigação. Os mais utilizados são o nitrato (KNO_3) e o cloreto de potássio (KCl), sendo que o primeiro é mais solúvel e contém também nitrogênio. A utilização do sulfato de potássio (K_2SO_4) é limitada, em relação à utilização do cloreto ou do nitrato, pela possibilidade de formação de precipitado de sulfato de cálcio em águas com grande concentração deste nutriente, além da necessidade de aquecimento para sua solubilização. Embora apresente maior solubilidade e menor preço, o cloreto de potássio pode afetar a qualidade de certas culturas, devido aos altos teores de cloro (Vitti, Boaretto e Penteado, 1994). Nas Tabelas 1 e 2 pode-se observar exemplos de fertilizantes nitrogenados e potássicos utilizados em fertirrigação.

Frizzone e Botrel (1994) destacam que existem limitações para o uso de outros elementos químicos, ou métodos mais adequados à sua utilização do que via fertirrigação, a saber: os produtos fosfatados são relativamente corrosivos, além de terem pouca mobilidade no solo (com exceção de fertilizantes derivados do ácido ortofosfórico) e facilitarem a ocorrência de precipitados de cálcio e magnésio em águas com elevada concentração destes elementos; os produtos que contêm cálcio apresentam baixa solubilidade e são mais viáveis em aplicação via calagem, juntamente com o magnésio; a aplicação do enxofre geralmente é mais viável através da gessagem ou pela aplicação de superfosfato simples; muitas vezes, a necessidade de enxofre é suprida pela combinação de uma destas técnicas com o uso de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio; a aplicação de micronutrientes requer a utilização de bomba injetora-dosadora de boa precisão e exatidão e alta eficiência de distribuição de água do sistema de irrigação. Em geral, os sistemas de irrigação são manejados para aplicar uma lâmina média igual à lâmina requerida; isso resulta em aproximadamente 50% da área recebendo lâminas de água superiores à requerida e outros 50%

recebendo lâminas inferiores. Logo, enquanto em uma fração da área pode ocorrer déficit de micronutrientes, em outra pode ocorrer risco de fitotoxidez.

TABELA 1. Relação de fertilizantes nitrogenados utilizados para fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1998.

Produto	Fórmula	N (%)	Estado
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	18 a 21	Líquido
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	34	Sólido
Nitrato de potássio	KNO_3	30	Líquido
Nitrato de potássio	KNO_3	13	Sólido-pó
MAP ¹ + nitrato de amônio + cloreto de potássio	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 +$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$	10	Líquido
Sulfato de amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20,5	Sólido
MAP + Uréia	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$	12,5	Líquido
Uran ²	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$	21 a 32	Líquido
Uréia	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	45	Sólido

¹ MAP: fosfato monoamônico; ² Mistura de uréia e nitrato de amônio

Fonte: Frizzone et al. (1985), citados por Frizzone e Botrel (1994).

TABELA 2. Relação de fertilizantes potássicos utilizados para fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1998.

Produto	Fórmula	K ₂ O (%)	Estado
Cloreto de potássio	KCl	17 (KCl)	Líquido
Cloreto de potássio	KCl	60	Sólido
Nitrato de potássio	KNO_3	30	Líquido
Nitrato de potássio	KNO_3	46 (KNO_3)	Sólido
Nitrato potássio + Cloreto de potássio + MAP		5	Líquido
Sulfato de potássio		50 (K_2SO_4)	Sólido (pó)

Fonte: Frizzone e Botrel (1994).

2.4.2. Respostas à fertirrigação

A fertirrigação pode ser utilizada em praticamente todas as culturas, entretanto, está sendo utilizada mais para frutíferas e olerícolas (Frizzone et al., 1985).

Segundo Hills et al. (1983), o aproveitamento do N aplicado ao solo de forma convencional, pela cultura, é cerca de 50 a 75% ou menos. Também Allison (1966) cita que é comum as culturas cultivadas recuperarem menos que a metade do fertilizante nitrogenado aplicado. O uso de “mulching”, além da utilização de irrigação localizada, tem contribuído para diminuir estas perdas. O “mulching” evita a perda por lixiviação (a maior perda) e a por volatilização, que não pode ser desprezada. Locascio et al. (1985) demonstraram que o N absorvido do total do N aplicado no pimentão, em Gainesville, Flórida (EUA), variou de 7,6 a 41,8%, dependendo do “mulching” utilizado e do tratamento de N, sendo que as plantas absorveram 5,5 vezes mais N nos tratamentos cobertos do que nos descobertos. Hochmuth et al. (1987) verificaram que doses maiores que 280 kg ha⁻¹, aplicadas em pimentões na Flórida, resultaram em grandes quantidades de NO₃, que permaneceram nos canteiros até o fim da colheita. A presença do NO₃ indicou que a maior parte do fertilizante aplicado não foi usada na produção de frutos de pimentão. Pesquisadores têm demonstrado que o parcelamento da aplicação de N, uso da fertirrigação, do “mulching” e da irrigação por gotejamento, produzem um microclima favorável na zona radicular, aumentando a absorção de N e, conseqüentemente, a produção de pimentão.

Keng, Gardner, Roth (1979) estudaram comparativamente vários métodos de adubações convencionais e fertirrigação, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento em pimentão (*Capsicum annuum* L.), e obtiveram

maiores produtividades quando os nutrientes foram fornecidos através da água de irrigação. Os autores verificaram que com a aplicação da fórmula 10-10-10 via água de irrigação por gotejamento, a produção de frutos aumentou em 15,8%, quando comparada com a aplicação manual. Segundo Storlie, Neary e Paterson (1995), este sistema de produção tem permitido aos produtores de hortaliças produzirem mais pimentões e com melhor qualidade, enquanto reduzem a quantidade de fertilizantes e o número de irrigações.

Ainda trabalhando com pimentão, Keng, Scott e Lugo-Lopez (1981) estudaram a aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura, ao lado da planta, a lanço e na água de irrigação por gotejamento. Resultados de produção mostraram que a aplicação total de 225 kg ha⁻¹ de nitrogênio (uréia) e 186kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), injetados na água de irrigação, propiciou a maior produção.

Comparando a aplicação diária de fertilizantes na água de irrigação, por gotejamento e por aspersão, Savig et al.(1979) conseguiram uma produção de 74 e 59 toneladas por hectare de pimentão, respectivamente. Os autores atribuíram a diferença de produção à disponibilidade de nutrientes, visto que na irrigação por gotejamento a concentração de nitrato foi menos variável (60 a 150 ppm), enquanto na irrigação por aspersão a concentração variou de um nível muito baixo até 300 ppm.

Resultados obtidos por Kano et al. (2000) mostram que a melhor dose de N em fertirrigação, para a produção na cultura do pimentão, foi 9,75g planta⁻¹. Quando se fertilizou a planta através do modo convencional, a melhor dose foi justamente o dobro, 19,5 g planta⁻¹. A utilização de doses em fertirrigação, similares às utilizadas em fertilizações convencionais, causam acúmulo de sais em cultivo protegido.

Locascio et al. (1985) relatam que aplicações de 200 a 600 kg ha⁻¹ de N são comuns para a cultura do pimentão nos solos arenosos da Flórida e que em

Bundaberg (Queensland), Austrália, a aplicação média de N é de 220 kg ha⁻¹ (além de 85 de P, 218 de K, 47 de S, 11 de Ca e 0 de Mg), mas há informações limitadas para o uso de N em olerícolas desenvolvidas com “mulching” e irrigação por gotejamento.

Outros resultados obtidos para a cultura do pimentão mostram o máximo de produtividade encontrada com aplicações desde 70 kg ha⁻¹ (O’Sullivan, 1979), até 200 kg ha⁻¹ (Locascio, Fiskell e Martin, 1981). Esta grande disparidade se deve às diferenças regionais e sazonais, de ambiente e de práticas culturais, que afetam o vigor da planta, a disponibilidade e a eficiência de absorção de nitrogênio (Hartz, LeStrange e May, 1993). As interações entre quantidade de N, tempo de aplicação, além de fatores que controlam a perda de N, como a lixiviação por precipitação, a irrigação e o uso ou não de “mulching”, são difíceis de conciliar.

Payero, Bhangoo e Steiner (1990) relatam que a produção de frutos de pimentão atingiu um máximo com 240 kg ha⁻¹ e diminuiu com o aumento das doses de N. Entretanto, Panpruik, McCaslin e Wierenga (1982) não encontraram respostas significativas de produção entre as doses 0 e 224 kg ha⁻¹. É normal encontrar programas de fertirrigação, para produção comercial de pimentão, com doses acima de 300 kg ha⁻¹.

Hartz, LeStrange e May (1993), trabalhando com cinco doses de N, em fertirrigação, de 0 a 336 kg ha⁻¹, encontraram maior produção de frutos e maior tamanho de frutos com 252 kg ha⁻¹, com 40000 plantas ha⁻¹; doses mais elevadas diminuíram a produtividade. A resposta quadrática sugere que doses excessivas de N são prejudiciais à produção de frutos de pimentão.

Storlie, Neary e Paterson (1995) estudaram o efeito de doses de fertilizantes acima e abaixo das sugeridas pelas universidades americanas para pimentão fertirrigado. Utilizaram uma adubação básica, igual para todos os tratamentos, antes do transplântio, conforme recomendação (50 N, 22 P e 42 de

K kg ha⁻¹). Depois, através da fertirrigação, aplicaram as doses complementares de fertilizante para caracterizar cada tratamento. Fertilizantes foram aplicados a cada 11 dias para tratamentos com 12 aplicações, e a cada 22 dias para tratamentos com 6 aplicações. Foram testadas várias doses: 122 N, 53 P e 101 de K; 158 N, 69 P e 131 de K; 194 N, 85 P e 161 de K; 230 N, 100 P e 191 de K; 266 N, 116 P e 221 kg ha⁻¹ de K, em três locais. Os frutos foram classificados em três categorias: grandes (0,5 lb fruto⁻¹), médios (0,33 a 0,5 lb fruto⁻¹) e pequenos (0,25 a 0,33 lb fruto⁻¹). A mais alta produtividade de frutos comercializáveis foi com 194 N, 85 P e 161 de K lb acre⁻¹ (em Bridgeton), somente 1,2% maior que a produtividade com 158 N, 69 P e 131 de K lb acre⁻¹. A resposta da produtividade foi quadrática, indicando que a planta respondeu às mais altas fertilizações, mas diminuindo a produção.

Olsen et al. (1993) estudaram o efeito do nitrogênio (0, 70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹), na forma de uréia, juntamente com 200 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de KNO₃ e KCl, para a cultura do pimentão, nas estações do outono e da primavera, em pesquisa realizada na Austrália. Foi utilizado o sistema de fertirrigação, com irrigação localizada e “mulching” plástico. Foram considerados comercializáveis os frutos com peso acima de 80g, livres de deformações e danos causados por doenças e insetos-praga. O máximo de matéria seca obtida foi com a dose máxima de N (280 kg ha⁻¹). A absorção de N pela cultura e a produção de MS foram positivamente correlacionadas (R² = 0,92 e 0,97, para a primavera e para o outono, respectivamente). A cultura teve grande habilidade em converter N absorvido em MS. O peso da matéria fresca e o peso da matéria seca dos frutos aumentaram significativamente com a aplicação de N. A produção máxima do peso da matéria fresca foi obtida com 210 e 280 kg de N ha⁻¹ (35,6 e 37,5; 41,2 e 42,9 t ha⁻¹), sem diferença significativa para a primavera e outono (citadas respectivamente). O máximo peso da matéria seca de frutos, folhas, raízes e caule foi também obtido com 210

e 280 kg ha⁻¹, nas duas estações. A produção de frutos foi menor na primavera (2.747 kg de matéria seca ha⁻¹) do que no outono (4.411 kg de matéria seca ha⁻¹). Os autores atribuem a pobre produção de frutos na estação da primavera às adversidades climáticas, com ventos fortes no período de desenvolvimento dos botões florais, resultando em queda de folhas e abortamento de flores. Os valores da eficiência agrônômica indicaram que a cultura do outono se tornou menos eficiente em utilizar o N aplicado para a produção de frutos à medida que se aumentaram as doses do elemento. Para cada kg de N aplicado da dose de 70 kg ha⁻¹, foram produzidos 21,7 kg de frutos (matéria seca) enquanto 11,8 kg de frutos, foram produzidos para cada kg de N aplicado da dose de 280 kg ha⁻¹. O mesmo ocorreu com a eficiência fisiológica. Para cada kg de N aplicado e absorvido pela cultura, da dose de 70 kg ha⁻¹, foram produzidos 31,1 kg de frutos (matéria seca), enquanto 21,7 kg de frutos (MATÉRIA SECA) foram produzidos para cada kg de N aplicado da dose de 280 kg ha⁻¹.

A absorção de outros nutrientes aumentou com a aplicação de N. Com 280 kg ha⁻¹ a absorção foi maior para K>N>Ca>Mg>S>P. Os frutos acumularam maior proporção de K, N e P (40-64%; 40-64% e 49-76%, respectivamente na primavera e no outono) que outras partes da planta, e somente uma pequena quantidade de Ca (6-7%). A eficiência dos frutos em acumular o N aplicado no solo, diminuiu com a quantidade de N fornecido via fertirrigação.

Pancrácio (1994) estudou os efeitos da frequência de aplicação da fertirrigação nitrogenada e potássica via irrigação por gotejamento na cultura do pimentão cv. Magda, em condições de campo. Utilizou os seguintes tratamentos: sem adubação, com adubação convencional (12,5 g planta⁻¹ de N e 5 g planta⁻¹ de K₂O), e diferentes intervalos para a fertirrigação (3, 6, 9, 12 e 15 dias, com o fornecimento de 14,5 g planta⁻¹ de N e 9,0 g planta⁻¹ de K₂O). Para as características produção precoce e número de frutos e também para altura da planta e altura da primeira bifurcação, os melhores resultados foram obtidos com

os intervalos de fertirrigação de 6 e 12 dias. Para número de frutos tipo 1 (maior que 130 mm), peso médio dos frutos e índice de qualidade, os intervalos que resultaram em melhores dados foram os de 9 e 12 dias. Os tratamentos fertirrigados adiantaram o florescimento, sendo que o intervalo de 9 dias foi o que resultou em maior precocidade. Quando compararam os dados dos tratamentos fertirrigados com os da adubação convencional, comprovou-se a superioridade da fertirrigação: 43% a mais para produção precoce dos frutos; 62% de acréscimo do peso dos frutos; 5% a mais em número de frutos. A fertirrigação produziu 3,5 vezes mais frutos do tipo 1, além de maiores índices de qualidade.

Em experimento realizado em Quincy e Gainesville, Flórida, os pesquisadores Locascio, Olson e Rhoads (1989) trabalharam com fornecimento de nitrogênio e potássio aplicados em quantidade total em pré-plantio e 40% em pré-plantio, mais 60% parcelado via fertirrigação (6,8 g planta⁻¹ de N e 10,0 g planta⁻¹ de K₂O, em fertirrigação) para tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. "Sunny", totalizando 230 kg ha⁻¹ de N e 336 kg ha⁻¹ de K₂O. A quantidade de água de irrigação aplicada foi calculada com base em 0,5 ou 1,0 vez a evaporação do tanque classe A. Em Quincy, as produções de frutos com aplicações pré-plantio foram similares às aplicações parceladas de N e K. Em Gainesville, entretanto, as produções totais de frutos foram significativamente maiores com N e K aplicados através de irrigação por gotejamento do que aplicado em pré-plantio. Em Gainesville, apesar das produções comerciais totais do período médio de colheita, com 2 aplicações de N e K, não terem sido significativamente diferentes, as produções de frutos extra-grandes foram significativamente maiores com a aplicação parcelada de N e K. Na colheita tardia, houve um aumento na produção de frutos de todos os tamanhos com a aplicação parcelada de N e K. Na colheita tardia a produção de frutos extra-grandes e grandes foi 5, 3 e 1,9 t ha⁻¹ maiores, respectivamente, na aplicação de

N e K parcelados do que na aplicação total no plantio, sendo que a produção de frutos comerciais também foi maior.

Trabalhando também com tomateiro "Sunny", Cook e Sanders (1991) testaram a frequência de aplicação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento. O número de aplicações de nitrogênio não afetou o número de frutos comerciais. O total do rendimento comercial aumentou proporcionalmente com o aumento da frequência de aplicações de N ($R^2=0,96$) devido à maior frequência de frutos grandes (42,0 a 46,8 t ha⁻¹). O número de aplicações de N também não afetou a absorção de N (N total da parte aérea). Observou-se que a quantia total de N absorvida excedeu o total fornecido em fertirrigação, indicando que as plantas foram eficientes para absorverem N residual do solo. O aumento de frequências de aplicações de nitrogênio foi benéfico sobre uma prevenção de deficiência, em um solo com pouca matéria orgânica (solo arenoso), onde aplicações diárias de nitrogênio aumentaram o rendimento total de frutos, comparadas com aplicações pré-plantio, mensal ou quinzenal de nitrogênio. Em solo argiloso, a maior frequência de aplicações de nitrogênio não influenciou o rendimento dos tomates.

Em ambiente protegido, estudando nitrogênio e potássio fornecidos em fertirrigação por gotejamento para o tomateiro, cv. Irazu (grupo salada), Carrijo et al.(1996) testaram três doses de N (50, 150 e 350 kg ha⁻¹) e três doses de potássio (100, 300 e 700 kg ha⁻¹). A adubação efetuada foi de modo a fornecer 50% do N em forma amoniacal e 50% em forma nítrica. Para isto foram utilizados os fertilizantes nitrato de potássio, nitrato de cálcio, sulfato de amônio e uréia, além do sulfato de potássio. Utilizou-se o espaçamento de 0,90 m x 0,60 m (0,54 m² planta⁻¹). O nível médio de adubação utilizada (150:300 kg ha⁻¹ de N e K ou seja 5,4 g de N planta⁻¹ e 10,8 g de K₂O planta⁻¹) foi o que proporcionou a maior produtividade (150 t ha⁻¹).

Segundo Reichardt (1975), citado por Oliveira et al. (1980), o fluxo de massa de nutrientes, diretamente proporcional ao fluxo de água no solo, é extremamente afetado pelas condições de umidade do solo. Em tomateiro irrigado por gotejamento, Miller et al. (1976) encontraram que uma única aplicação de nitrogênio no plantio não diferiu de várias coberturas feitas com esse nutriente. Tais fatos implicam que a nutrição das plantas e a fertilidade do solo devem ser estudadas em estreita ligação com as lâminas de água a serem aplicadas, turno de rega e método de aplicação.

A técnica de fertirrigação permite ultrapassar grandemente os resultados obtidos até o momento com métodos tradicionais de adubação. Basta que existam equipes multiprofissionais, ligadas às áreas de adubação, nutrição, irrigação e fisiologia vegetal, determinando quantidades, fontes e parcelamentos de adubos, quantidades de água, turnos de rega e de fertirrigação adequados à curva de absorção de água e de nutrientes para cada cultura, com posterior divulgação dos resultados desta técnica, possibilitando grande avanço no setor agrícola.

2.5. Qualidade pós-colheita

Segundo Chitarra (1998), a qualidade de frutos e hortaliças se resume em importantes atributos, como a aparência, o “flavor”, a textura, o valor nutritivo e a segurança.

A aparência é o atributo de qualidade mais importante, pois determina o valor de comercialização do produto (Chitarra, 1998). Essa, em produtos olerícolas, é determinada pela cor, tamanho, forma, defeitos e deteriorações (características físicas).

A cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Pimentões completamente verdes ou vermelhos, além das inúmeras colorações

atualmente encontradas no mercado, como marfim, roxa e amarela, proporcionam ao consumidor a possibilidade de ornamentação de saladas e demais iguarias culinárias. A mudança de cor do pimentão, do verde para as demais cores, é consequência do processo de amadurecimento e na maioria dos casos não contribui para um aumento efetivo no valor nutritivo ou qualidade comestível do produto (Chitarra e Chitarra, 1990). No amadurecimento, a degradação da clorofila é acompanhada pela síntese de carotenóides que são acumulados nos plastídeos à medida que estes são convertidos em cromoplastos (Hobson e Grierson, 1993). O potássio, especificamente, pode influenciar a síntese de carotenóides, de modo especial o licopeno; plantas deficientes em potássio, portanto, apresentam amadurecimento irregular e frutos com menor valor comercial (Amable e Sinnadurai, 1977).

Depois da aparência visual (estética), o mais importante fator na qualidade das olerícolas-fruto é a firmeza, ou seja, a textura do fruto. Esta é uma característica determinante na aquisição do produto pelo consumidor por estar associada à boa qualidade culinária, frescor, extensa vida de prateleira, resistência do fruto ao transporte e manuseio durante a colheita e a comercialização (Wann, 1996).

A firmeza está associada com o estágio de maturação. A maturação é marcada por modificações texturais, associadas ao metabolismo de carboidratos da parede celular, que culminam com a redução de sua firmeza (Sakurai e Nevins, 1993). A firmeza dos frutos é necessária para que não aumente a suscetibilidade do produto olerícola a danos físicos, reduzindo seu período de comercialização.

A textura depende da coesividade, tamanho, forma e turgidez das células que compõem os tecidos dos frutos. O componente mais resistente do tecido é a parede celular (Pantastico, 1975). Segundo Showalter (1993), a parede celular dos vegetais é constituída por uma complexa associação entre carboidratos,

proteínas, lignina, substâncias incrustantes, minerais e água. Os componentes mais importantes da parede celular são os polissacarídeos (pectina, celulose e hemicelulose). A parede celular encerra as células do parênquima, que constituem a principal parte comestível das hortaliças. Estas células têm a habilidade de absorver água através da parede celular e gerar pressão hidrostática dentro das células vivas. Este fenômeno é chamado de pressão de turgor e dá a propriedade de frescor. Entre as células do parênquima está a lamela média, uma camada amorfa de material péctico, que une uma célula à outra, contribuindo para as propriedades texturais das hortaliças (Martens e Baardseth, 1987).

Para os consumidores, a textura do pimentão, em particular a "crocância" (crispness), é um importante atributo de qualidade. O principal problema na pós-colheita destes frutos, então, é o excessivo amolecimento, que reduz a qualidade e aceitabilidade do produto. Este amolecimento que ocorre em alguns frutos é primeiramente devido ao metabolismo de carboidratos na parede celular, resultando no decréscimo de certos componentes estruturais. As mudanças que ocorrem na composição da parede celular são resultados da ação de enzimas hidrolíticas produzidas pelo fruto, como a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase (PME). Durante o amadurecimento dos frutos, estas enzimas se acumulam em altos níveis; a atividade delas normalmente aumenta; despolimerizam e solubilizam as pectinas, provocando modificações estruturais na parede celular e interferindo na integridade dos tecidos (Sethu, Prabha e Tharanathan, 1996). Os níveis destas enzimas nos frutos variam com os genótipos e o estágio de maturação.


Para a avaliação da firmeza dos frutos existem métodos destrutivos e não destrutivos. Os destrutivos medem a resistência do tecido à força de penetração (texturômetros, penetrômetros), cisalhamento, corte, compressão ou suas combinações. Instrumentos para a determinação não destrutiva da firmeza

dos frutos medem a resistência à força de compressão (deformação) aplicada a um ou vários pontos no fruto (Grierson e Kader, 1986).

Segundo Sethu, Prabha e Tharanathan (1996), trabalhando com pós-colheita de pimentão, o índice da textura nos frutos diminuiu com o avanço no amadurecimento, havendo uma perda de textura de 21 % em frutos armazenados por 20 dias à temperatura ambiente; e perdas de 3 % quando a temperatura foi de 8°C. Isto indica que a textura é mantida a temperaturas baixas durante o armazenamento, devido à redução nas taxas de respiração e transpiração, inibição da ação das enzimas hidrolíticas da parede celular e diminuição da produção de etileno. A perda da textura coincidiu com o aumento da atividade da enzima PG, mas não foi correlacionada com o aumento da atividade da PME, que, inclusive, diminuiu com o amolecimento dos frutos.

O amaciamento dos frutos também está relacionado com a solubilização e despolimerização pécica. As pectinas consistem de uma cadeia principal de α -1,4 galacturonana com resíduos ramnosil 2- e 2,4-ligados; podendo o cálcio formar pontes inter e intramoleculares (Fischer e Bennett, 1991). As substâncias pécicas constituem a classe de polissacarídeos da parede celular que sofrem a mais marcante modificação durante o amadurecimento de frutos, quando, então, ocorre um aumento drástico de pectinas solúveis em água (Steele, McCann e Roberts, 1997).

O cálcio é um mineral importante na manutenção da estabilidade da parede celular em função de sua associação com as substâncias pécicas. Ele se liga covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de cálcio, que restringe a ação de enzimas como a poligalacturonase e a pectinametilesterase, restringindo o amaciamento dos frutos (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). Estudos sobre a senescência foliar e sobre o amadurecimento de frutos têm indicado que a taxa de senescência depende da quantidade de cálcio no tecido. Com o aumento dos níveis de cálcio, várias características de senescência, tais



como a respiração, teor de proteínas e clorofila e fluidez de membranas, são alteradas (Poovaiah, 1986). Pulverizações e imersões de frutos em cloreto de cálcio retardam o seu amaciamento e senescência em função de um aumento do cálcio ligado à parede celular (Conway, Sams e Watada, 1995; Scalon, 1996).

O “flavor” é também uma importante propriedade de hortaliças-fruto. É determinado pela estimulação da sensibilidade química do consumidor ao aroma e sabor (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). De acordo com Martens e Baardseth (1987) em hortaliças o “flavor” se origina dos constituintes básicos, como carboidratos, principalmente os mono e dissacarídeos, as proteínas e gorduras, triglicerídeos ou seus derivados, bem como as vitaminas e minerais.

O sabor está relacionado com o teor de sólidos solúveis, os quais dependem em larga extensão da taxa de acumulação de amido durante a rápida fase de crescimento (Dinar e Stevens, 1981). A deficiência de potássio pode inibir a biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C e reduzir a porcentagem de sólidos solúveis nos frutos, diminuindo o seu valor nutricional (Amable e Sinnadurai, 1977).

Além dos fatores intrínsecos de cada tipo de fruto, a qualidade desses produtos olerícolas é altamente influenciada por fatores ambientais, como a luminosidade, temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes (Montagu, 1990).

As deteriorações resultantes da fisiologia do produto podem, geralmente, ser agrupadas como aquelas causadas pelas atividades normais de respiração, transpiração, transformações químicas, amadurecimento e fisiologia anormal das frutas e hortaliças (Sigrist, 1983). Fatores como o manuseio e condições de armazenamento, danos mecânicos, perda de água e emanção de etileno podem iniciar ou acelerar processos predominantemente catabólicos, que resultam na morte das frações comercializáveis das plantas (Finger, 1985).

A perda de água de frutos carnosos, em geral após a colheita, resulta em uma redução do seu peso e na aceleração da senescência. A conseqüente perda de turgescência e alterações na sua textura representam perdas tanto quantitativas quanto qualitativas, com uma diminuição no valor comercial dos produtos perecíveis. Segundo Meir et al. (1995), a manutenção da qualidade do pimentão pós-colheita é relativamente baixa, pois os frutos são sensíveis à baixa temperatura ($< 7^{\circ}\text{C}$), ao apodrecimento e à perda de água. Esta perda de peso em frutos de pimentão pode ocorrer mesmo em condições de temperatura ideal para armazenamento; todavia, a perda é maior em frutos não embalados, sendo reduzida quando se utilizam filmes plásticos como envoltório.

O processo de produção de frutos deve ser aliado ao de pós-colheita. Deve-se, sempre que possível, observar os efeitos dos tratamentos culturais durante o ciclo da cultura sobre características de qualidade dos frutos. Como exemplo o que se propõe nesse trabalho é se relacionar a aplicação de doses de fertilizantes, nitrogenado e potássico, durante o ciclo da cultura de pimentão, na conservação pós-colheita de frutos.

3. Referências Bibliográficas

- ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. **Advances in Agronomy**, New York, v.18, p. 219-258, 1966.
- AMABLE, R.A.; SINNADURAI, S. The influence of potassium, calcium and irrigation treatments on tomato fruit quality. **Acta Horticultural**, Leuven, v.53, p.165-170, 1977.
- ANDRIOLO, L.A.; STRECK, N.A., BURIOL, G.A.; FIORIN, J. Influência da proteção ambiental com estufa de polietileno transparente sobre o crescimento e desenvolvimento do pimentão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.21, n.2, p.191-204, 1991.

- BARROS, J.C. da S.M.; GOES, A.; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Science Agricola**, Piracicaba, v.521, n. 2, p. 363-368, maio/set. 1994.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa:UFV, 1987. 488 p.
- CAIXETA, T.J. **Estudo comparativo entre sistemas de irrigação por sulco e gotejamento e efeito da lâmina de água e frequência de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão**. Viçosa: UFV, 1978. 60 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola).
- CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, C.A.S.; REIS, N.V.B. E FONTES, R. Fatores de evapotranspiração do Tanque Classe A e níveis de fertirrigação com nitrogênio e potássio afetando o cultivo protegido de tomate. Resumo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p.78, maio 1996.
- CASTELLANE, P.D.; SOUZA, A.F.; FILHO, M.V.M. Culturas olerícolas. In: SIMPÓSIO DE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Jaboticabal, 1988. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato ; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1991. p. 549-573.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças-fisiologia e manuseio**. Lavras:UFLA/FAEPE, 1990. 320p.
- CHITARRA, M.I.F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREM, F.M. (coord.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.1-58. (Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas-MG).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras-MG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. São Paulo: Nagy, 1989. 159 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras, M.G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**. Viçosa, Imprensa Universitária UFV, 1999. 359p.

- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. *Acta Horticulturae*, The Hague, v.398, p.31-39, 1995.
- COOK, W.P.; SANDERS, D.C. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. *HortScience*, Mont Vernon, v. 26, n.3, p. 250-252, 1991.
- COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.E. de; ALVES, V.M. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 39, p.63-68, 1986.
- DECHEN, A.R.; BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Conceitos fundamentais da interação da análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Petrolina, 1995. *Anais...* Petrolina: CPATSA-EMBRAPA/CBCS, 1995. p.87-115.
- DINAR, M.; STEVENS, M.A. The relationship between starch accumulation and soluble solids content of tomato fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.106, n.4, p.415-418, July 1981.
- DOORENBOS, J. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução: Gheyi, H.R.; Souza, A.A. de. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO-Irrigação e Drenagem, 33).
- EDWARDS, J.H.; BRUCE, R.R.; HORTON, B.D.; CHESNESS, J.L.; WEHUNT, E.J. Soil cation and water distribution as affected by NH_4NO_3 applied through a drip irrigation system. *Journal of American Society for Horticultural Science*, St. Joseph, v. 107, n.6, p.1142-1148, 1982.
- ✕ EL SAIED, H.M. Chemical composition of sweet and hot pepper fruits grown under plastic house conditions. *Egyptian Journal of Horticulture*, v.22, n.1, p.11-18, 1995.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 227p.
- FERNANDES, P.D.; HAAG, H.G. Nutrição mineral de hortaliças. XXII. Diferenças nutricionais entre variedades de pimentão (*Capsicum annuum* L.), var. Avelar e Ikeda. *Annual Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.29, p.273-251, 1972.

- FERNANDES, P.D.; **Estudo de nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivares Avelar e Ikeda: absorção e deficiência de nutrientes.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1971. 85 p. (Dissertação-Mestrado em Adubação e Nutrição).
- FINGER, F.L. **Efeitos da perda de água sobre a fisiologia pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e banana (*Musa acuminata* Colla).** Viçosa: UFV, 1985. 54p. (Dissertação-Mestrado em Ciências dos Alimentos).
- FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p. 675-703, 1991.
- FONSECA, A.F.A. da. **Avaliação do comportamento de cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA, 1986. 6 p.
- FONTES, P.C.R.; MONNERAT, P.H. Nutrição mineral e adubação das culturas de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p. 25-30, maio 1984.
- FREIRE, F.M.; MONNERAT, P.H.; MARTINS FILHO, C.A.S. Nutrição mineral do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, p.13-20, 1980.
- FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação - In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1, Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p. 227-260.
- FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PAES, L.A.D.; NASCIMENTO, V.M. do. **Fertirrigação mineral.** Ilha Solteira: UNESP, 1985. 31p. (Boletim Técnico,2).
- FURLANI, A.M.C.; FURLANI, O.C.; HIROCE, J.R.; GALLO, J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v.37, n.5, p. 33-44, 1978.
- GONZÁLEZ, G. ; TIZNADO, M. Postharvest physiology of bell peppers stored in low density polyethylene bags. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Sonora, v.26, n.5, p. 450-455, 1993.

- GRIERSON, D.; KADER, A.A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (eds.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986. Cap. 6, p. 241-280.
- HAAG, H.P.; HOMA, P; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças: V- Absorção de nutrientes pela cultura do pimentão. **O Solo**, Piracicaba, v.62, n.2, p.7-11, 1970.
- HAMILTON, L. C.; OGLE, W.L. The influence of nutrition on blossom-end rot of pimiento peppers. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.80, p. 457-461, 1962.
- HARTZ, T.K.; LeSTRANGE, M.; MAY, D.M. Nitrogen requirements of drip-irrigated peppers. **HortScience**, Mont Vernon, v.28, n.11, p.1097-1099, 1993.
- HAYNES, R.J. Movement and transformation of fertigated nitrogen below trickle emitters and their effects on pH in the wetted soil volume. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v.23, p.105-112, 1990.
- HERNANDEZ, F.B.T. Potencialidades da fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1, Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p. 215-224.
- HILLS, F.J.; BROADBENT, F.E.; LORENZ, O.Z. Fertilizer nitrogen utilization by corn, tomato and sugarbeet. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.3, p. 423-426, 1983.
- HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (eds.). **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, 1993. p.405-442.
- HOCHMUTH, G.J.; SHULER, K.D.; MITCHELL, R.L.; GILREATH, P.R. Nitrogen crop nutrient requirement demonstrations for mulched pepper in Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Deland, v.100, p. 205-209, 1987.
- JONES Jr., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro, 1991. 213 p.

- KANO, R.V.B.C.; LIMA, C.P.; MANETTI, F.A.; FERNANDES, D.M. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional e através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 801-802, jul. 2000.(Supl.)
- KENG, J.C.W.; GARDNER, B.R.; ROTH, R.L. Fertilizer management with drip irrigation in an oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p.971-980, 1979.
- KENG, J.C.W.; SCOTT, T.W.; LUGO-LOPEZ, M.A. Fertilizer for sweet pepper under drip irrigation in a Oxisol in Northwestern Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v.65, n.2, p.123-128, 1981.
- KNAVEL, D.E. The influence of nitrogen on pepper transplant growth and yielding potential of plants grown with different levels of soil nitrogen. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.102, n.5, p.533-535, 1977.
- LOCASCIO, S.J.; FISKELL, J.G.A.; GRAETZ, P.A.; HAUCK, R.D. Nitrogen accumulation by pepper as influenced by mulch and time of fertiliser application. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.110, n.3, p.325-328, 1985.
- LOCASCIO, S.J.; FISKELL, J.G.A.; MARTIN, F.G. Responses of bell pepper to nitrogen sources. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.106, n.4, 628-632, 1981.
- LOCASCIO, S.J.; OLSON, S.M.; RHOADS, F.M. Quantidade de água e tempo de aplicação de nitrogênio e potássio, para irrigação por gotejamento em tomate. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.114, n.2, p. 265-268, 1989.
- MAKISHIMA, N. Cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.). Brasília: EMBRAPA-CNPQ 1997. 10 p. (Apostila- Curso de Especialização em Olericultura).
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MANFRINATO, H.A. Effects of drip irrigation on soil-water-plant relationship. In: **INTERNACIONAL DRIP CONGRESS**, 2, San Diego, 1970. **Proceedings...**, 1970. p.466-451.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1997. 889 p.
- MARTENS, M; BAARDSETH, P. Sensory quality. In: WEICHMANN, J. (ed.). **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. Cap.21, p.427-454.
- MARTINS, S.R.; PEIL, R. La situación actual de los plásticos en la agricultura en Brasil y su potencialidad futura. In: **SIMPOSIUM IBEROAMERICANO SOBRE APLICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS EN LAS TECNOLOGIAS AGRÁRIAS**, 1, Almeria, 1995. **Actas...**, 1995. p. 57-70.
- MEDINA SAN JUAN, J.A. **Riego por goteo: teoria y practica**. 2. ed. Madrid: Mundi, 1985. 216 p.
- MEIR, S.; ROSENBERGER, I.; AHARON, Z.; GRINBERG, S.; FALLIK, E. Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper (cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Bet Dagan, v.5, n.4, p. 303-309, 1995.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Nitrogen in the soil and its availability. In: **PRINCIPLES OF PLANT NUTRITION**. Suíça: International Potash Institute, 1987. p.347-384.
- MILLER, R.J.; ROLSTON, D.E.; RAUSCHKOLB, R.S. e WOLFE, D.W. Drip application of nitrogen is efficient. **California Agricultural Journal**, Fresno, v.30, n.11, p.16-18, 1976.
- MILLER, C.H.; McCOLLUM, R.E.; CLAIMON, S. Relationship between growth of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.104, n.6, p. 852-857, 1979.

- MILLS, H.A.; BENTON JONES JR. **Plant analysis handbook**. II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens: MicroMacro, 1996. 422p.
- MINAMI, K. **Pesquisa em plasticultura no Brasil**. São Paulo: AESP, 1996. 109 p. (Apostila- Programa de Plasticultura para o Estado de São Paulo).
- MONTAGU, K.D. Effects of forms and rates of organic and inorganic nitrogen fertilizers on the yield and some quality indices of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Miller). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.18, p.31-37, 1990.
- NASCIMENTO, W.N.; BORTEUX, L.S. Produção de sementes de pimentão em Brasília. **Horticultura Brasileira**, v.10, n.2, 125-126, 1992.
- NEGREIROS, M.Z.de. **Crescimento, partição de matéria seca, produção e acúmulo de macronutrientes em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em cultivo podado e com cobertura morta**. Viçosa: UFV, 1995. 187 p. (Tese- Doutorado em Fitotecnia).
- OLIVEIRA, C.A.S.; CARRIJO, O.A.; OLITTA, F.L.; REIS, N.V.B.; FONTES, R.R. Irrigação por gotejamento e fertirrigação de N e K em tomateiro. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEJO, 3, Campinas, 1979. **Informe final...** San Jose: IICA, 1980. p. 476-490.
- OLLITA, A.F.L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1981. 267 p.
- OLSEN, J.K.; LYONS, P.J.; KELLY, M.M. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, n.1, p.177-193, 1993.
- O'SULLIVAN, J. Response of peppers to irrigation and nitrogen. **Journal of Plant Science**, New York, v. 59, p.1085-1091, 1979.
- PANCRACIO, A.P. **Efeitos da frequência de aplicação da fertirrigação nitrogenada e potássica via irrigação por gotejamento na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Magda) em condições de campo**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias, 1994. 87 p. (Monografia- Graduação em Agronomia).

- PANPRUIK, P.; McCASLIN, B.D.; WIERENGA, P.J. **Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer on yield and leaf content of trickle irrigated chile peppers.** New Mexico, 1982. (Agricultural Experimental Station Research Reporter, 480).
- PANTASTICO, E.B. Structure of fruits and vegetables. In: PANTASTICO, E.B. (ed.). **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical fruits and vegetables.** Westport: AVI, 1975. p.1-24.
- PAYERO, J.O.; BHANGOO, M.S.; STEINER, J.J. Nitrogen fertilizer management practices to enhance seed production by 'Anahein Chili' peppers. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 115, p.245-251, 1990.
- POBLETE, E.R. El cultivo de la chiles dulces. **Novedades horticolas**, v.16, n.1-4, p.21-27, 1971.
- POOVAIAH, B.H. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.86-88, May 1986.
- REUTER; D.J.; ROBINSON, J.D. **Plant analysis: a interpretation manual.** 2.ed. Callingwood: CSIRO, 1997. 572 p.
- SAKURAI, N.; NEVINS, D. Changes in physical properties and cell wall polysaccharides of tomato (*Lycopersicon esculentum*) pericarp tissues. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.89, n.4, p.681-686, Dec.1993.
- SALUNKHE, D.K.; BOLIM, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables.** Boca Raton: CRC, 1991. 323p.
- SAVIG, B. Fertilization and manuring on sprinkler irrigated fields of pepper compared with fertilization via a trickle irrigation system. **Horticultural Abstract**, Oxion, v.49, n.2, p.104, 1979.
- SCALON, S. de P.Q. **Qualidade do morango: efeito do CaCl₂ sobre a parede celular e níveis residuais de benomyl.** Lavras: UFLA, 1996. 105p. (Tese-Doutorado em Ciências dos Alimentos).

- SETHU, K.M.P.; PRABHA, T.N.; THARANATHAN, R.N. Post-harvest biochemical changes associated with the softening phenomenon in *Capsicum annum* fruits. **Phytochemistry**, Great Britain, v.42, n.4, p.961-966, Jan. 1996.
- SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 5. ed. Porto Alegre: Agropecuária, 1995. 342 p.
- SHOWALTER, A.M. Structure and function of plant cell wall proteins. **The Plant Cell**, Rockville, v.5, n.1, p.9-23, Jan. 1993.
- SIGRIST, J.M.M. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CEREDA, M.P.; SANCHEZ, L. **Manual de armazenamento e embalagem de produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1983. p. 1-12.
- SILVA, M.A.G. da. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 86p. (Tese-Doutorado Solos e Nutrição de Plantas).
- STEELE, N.A.; McCANN, M.C.; ROBERTS, K. Pectin modification in cell walls of ripening tomatos occurs in distinct domains. **Plant Physiology**, Washington, v.114, n.1, p.373-381, May 1997.
- STORLIE, C.A. ; NEARY, P.E.; PATERSON, J.W. Fertilizing drip irrigated bell peppers grown on loamy sand soil. **HortTechnology**, Bridgeton, v.5, n.4, p.291-294, 1995.
- THOMAS, J.R.; HEILMAN, H.D. Nitrogen and phosphorus content of leaf tissue in relation to sweet peppers yields. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.85, p.419-425, 1964.
- TRANI, P.E.; MELO, A.M.T. de; PASSOS, F.A.; TAVARES, M.; NAGAI, H.; SCIVITTARO, W.B. Recomendações de adubação e calagem para as culturas de berinjela, jiló, pimenta-hortícola e pimentão. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. ; FURLANI, A.M.C.O. (eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. p. 173.
- VIEIRA, D.B. Perspectivas do sistema de irrigação por gotejamento em São Paulo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3, Fortaleza, 1975. **Anais...Fortaleza**, 1975, p.31-33.

- VILLAS BOAS, R.L.; BOARETTO, A.E.; VITTI, G.C. Aspectos da fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1, Piracicaba, 1993. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p. 283-308.
- VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fertilizantes e Fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS. 1., Piracicaba, 1993. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p.261-280.
- WANN, E.V. Physical characteristics of mature green and ripe tomato fruit tissue of normal and firm genotypes. *Journal of American Society Horticultural Science*, Mount Vernon, v. 121, n.3, p. 380-383, May 1996.
- WIDDERS, I.E.; LORENZ, O.A. Potassium nutrition during tomato plant development. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.107, n.6, p.960-964, 1982.

CAPÍTULO 2

NITROGÊNIO E POTÁSSIO APLICADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DO PIMENTÃO cv. FORTUNA SUPER F₁

1. Resumo

Com o objetivo de avaliar os efeitos do N e K, aplicados via fertirrigação, sobre a produtividade da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.), cv. Fortuna Super F₁ (TopSeed), em ambiente protegido, foi realizado o presente trabalho, conduzido no Setor de Olericultura (DAG), UFLA, Lavras-MG. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. As doses de nitrogênio testadas foram 2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g por planta, e 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g de potássio por planta. Utilizou-se nitrato de amônio como fonte nitrogenada e cloreto de potássio branco como fonte potássica. Utilizou-se delineamento de blocos casualizados, esquema fatorial com 16 tratamentos, com três repetições. Fertirrigações foram iniciadas 10 dias após o transplante, realizadas duas vezes por semana, de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura. Foram realizadas colheitas semanais durante seis meses. Foram avaliadas as produtividades total e por tamanhos distintos de fruto (Tipo 1: 12 a 18cm de comprimento e 7 a 12 cm de diâmetro; Tipo 2: 7 a 12cm x 4 a 7 cm e Tipo 3: menor que 7 e menor que 4 cm). Os melhores resultados com a fertirrigação nitrogenada foram obtidos com 2,0 g N planta⁻¹ para o fruto tipo 1 e com 10 g N planta⁻¹ para o tipo 2 e para matéria seca total da parte aérea. Com a fertirrigação potássica, os melhores resultados foram obtidos com 15,0 g de K₂O planta⁻¹ para o tipo 1. Através das equações de regressão verificou-se que 8,9g de N e 17,6g de K₂O planta⁻¹ são doses que podem ser recomendadas, em fertirrigação, para o pimentão Fortuna Super, em condições similares à do experimento, já que resultaram em maior produção comercial de frutos.

2. Abstract

NITROGEN AND POTASSIUM APPLIED BY FERTIGATION, ON THE SWEET PEPPER cv. FORTUNA SUPER F₁ YIELD

The objective of this trial was to evaluate the effects of nitrogen and potassium application, by fertigation, on the sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), cv. Fortuna Super F₁ (TopSeed) yield, in protected environment. This work was carried out at Vegetables Department (DAG), UFLA, Lavras-MG. The irrigation system utilized was the drip one. The levels tested were 2,0; 6,0; 10,0 and 14,0 g of nitrogen for plant, and 5,0; 10,0; 15,0 and 20,0 g of potassium for plant. Amonium nitrate was utilized as nitrogen source and white potassium cloret was utilized as potassium source. The N and K doses were combined resulting in a factorial scheme, with 16 treatments, in a randomized block, with three replicates. Fertigations were initiated 10 days after the transplant, and were done twice a week, in agreement with the development of the culture. Harvests were realized every week, for six months. The total yield and the yield for different sizes, (Type 1: 12 to 18cm of lenght and 7 to 12 cm of diameter; Type 2: 7 to 12cm x 4 to 7 cm and Type 3: smaller than 7 x 4cm,) were evaluated. The best results were obtained with 2,0 g N plant⁻¹ to type 1, and with 10 g N plant⁻¹ to type 2 and to total dry matter of aerial part. The best result to K was obtained with 15,0 g plant⁻¹ to type 1. Then we can conclude, by the regression equations, that 8,9g of N and 17,6g of K₂O for plant, are doses that can be recomend, in fertigation, to "Fortuna Super" sweet pepper, in similar conditions of this experiment, because result in a best comercial fruit yield.

3. Introdução

O nitrogênio e o potássio são dois nutrientes exigidos em grande quantidade pelas plantas de pimentão, durante todo o seu ciclo de desenvolvimento. São normalmente contemplados pelos planejamentos agrícolas de fertirrigação, devido à facilidade de utilização por esses equipamentos, boa translocação no solo, além dos efeitos benéficos promovidos pelo seu parcelamento para as culturas, o que é favorecido pelo sistema (Hernandez, 1994). O fracionamento da aplicação de fertilizantes representa uma das maiores vantagens da fertirrigação (Vitti, Boaretto e Penteado, 1994).

A aplicação simultânea de água e fertilizantes no solo, por meio de um sistema de irrigação, oferece maior versatilidade para a aplicação de adubos, podendo-se dosar rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los segundo as necessidades das plantas, durante cada fase do seu ciclo de desenvolvimento. Este aspecto é de grande importância, uma vez que o fracionamento das quantidades de fertilizantes têm influência decisiva na produtividade das culturas, sobretudo no que se refere ao nitrogênio, pois o parcelamento do seu fornecimento aumenta sua absorção pelas plantas e limita as perdas por lixiviação, isto é, obtém-se uma produção equivalente à de métodos convencionais, com uma menor quantidade de fertilizante aplicado (Frizzone et al., 1985).

No Brasil apenas nestes últimos anos a fertirrigação tem se firmado como técnica, mesmo assim seu uso, comparado ao seu potencial, pode ser considerado incipiente. Segundo Villas Boas, Boaretto e Vitti (1994), essa situação tende a ser alterada, seja como meio de potencializar a utilização do equipamento de irrigação, conseguindo amortizar mais rapidamente o seu custo, ou pela diminuição do custo da adubação. Entretanto cuidados adicionais devem ser considerados pois a facilidade de aplicação de fertilizantes e o aumento da

produtividade proporcionados pelo sistema podem levar o produtor a aplicar dosagens excessivas de nutrientes, causando a salinização do solo. Deve-se realizar então análises químicas periódicas do solo para que se tenha um controle da fertilidade.

Os trabalhos sobre fertirrigação no Brasil ainda são escassos e pouco divulgados, contudo, trabalhos existentes demonstram que esta técnica é muito promissora. Assim, o presente experimento teve como objetivo estudar o efeito da aplicação de nitrogênio e potássio, em adubação de cobertura, via fertirrigação por gotejamento, na produção da cultura do pimentão, em ambiente protegido.

4. Material e Métodos

4.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido no setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras-MG. A área está situada a 918,7 m de altitude, com coordenadas geográficas de 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste.

4.2. Clima e Solo

Clima: O clima na região de Lavras é temperado suave (mesotérmico, tipo Cwb, pela classificação climática de Köppen). A temperatura média anual do ar é de 19,4°C (média das mínimas: 14,8°C e média das máximas: 26,1°C). A precipitação média total anual é de 1529,7 mm. A umidade relativa média do ar é 76,2%. Dados médios de 1965 a 1990 (Brasil, 1991).

Solo: O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Roxo Distrófico. Do local da construção da casa de vegetação foram retiradas amostras

do solo de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade. Essas foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, em 17 de dezembro de 1997. Os resultados das análises química e física se encontram na Tabela 3.

TABELA 3. Análises química e física do solo da área experimental antes da calagem e fertilização. UFLA, Lavras-MG, 1998.

Características	Profundidade (cm)	
	0 a 20	20 a 40
pH em água ¹	4,9	4,9
Fósforo-Mehlich 1 (mg dm ⁻³) ¹	2,0	2,0
Fósforo - resina (mg dm ⁻³)	11,0	10,0
Potássio (mg dm ⁻³) ¹	20,0	19,0
Cálcio (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,9	0,9
Magnésio (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,4	0,2
Alumínio (cmol _c dm ⁻³) ¹	0,3	0,3
H + Al (cmol _c dm ⁻³) ¹	6,3	6,3
Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³) ¹	1,4	1,1
t -CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³) ¹	1,7	1,4
T -CTC a pH 7 (cmol _c dm ⁻³) ¹	7,7	7,4
m (%) - Saturação por Al	18,0	21,0
V (%) - Saturação por Bases	18,0	15,0
Carbono (g dm ⁻³) ¹	1,4	1,4
Matéria orgânica (g dm ⁻³) ¹	25	23
Enxofre (mg dm ⁻³) ²	31,1	41,7
Boro (mg dm ⁻³) ⁴	0,16	0,16
Zinco (mg dm ⁻³) ³	0,60	0,40
Cobre (mg dm ⁻³)	3,90	3,80
Ferro (mg dm ⁻³) ³	24,20	27,10
Manganês (mg dm ⁻³) ³	5,60	4,50
Areia (g kg ⁻¹) ¹	170	150
Limo (g kg ⁻¹) ¹	210	220
Argila (g kg ⁻¹) ¹	620	630
Condutividade elétrica (dSm ⁻¹)	0,2	0,1

¹ EMBRAPA (1979); ² Tedesco et al. (1985); ³ DTPA; ⁴ Jackson (1970).
Análises realizadas no DCS / UFLA.

4.3. Preparo do solo, calagem e adubação

O preparo do solo constou de aplicação prévia de herbicida pós-emergente Glifosate (Roundup), utilizando a roçadeira para o corte do mato seco, que foi removido, o solo foi então arado, gradeado e subsolado.

Após a aração, com objetivo de correção do solo, foram aplicados, no dia 05 de fevereiro de 1998, 120 kg de calcário dolomítico, PRNT 100 %, nos trezentos metros quadrados correspondentes à área da estrutura de proteção plástica, equivalendo a 4,0 toneladas por hectare. A quantidade foi determinada a partir do cálculo de calagem via fórmula de "Saturação por Bases", utilizando o V_2 de 70 %, recomendado para a cultura do pimentão, segundo Vale, Guedes e Guilherme (1995), e de acordo com resultado de Análise do Solo (Tabela 3).

Não foi adicionada matéria orgânica ao solo para se evitar fornecimento de N além do adicionado através do fertilizante, via fertirrigação, mascarando os tratamentos nitrogenados.

No dia 20 de fevereiro de 1998 foi realizada a fosfatagem corretiva do solo devido à quantidade encontrada de fósforo no solo ter sido baixa. Foi utilizado o superfosfato simples (20 % de P_2O_5), na quantidade correspondente a 310 kg de P_2O_5 por hectare. Os cálculos foram realizados segundo Vale, Guedes e Guilherme (1995), que recomendam a aplicação de 3 a 10 kg ha^{-1} de P_2O_5 solúvel para cada 1 % de argila do solo; utilizaram-se, então, 5 kg de P_2O_5 para cada 1% de argila. Após a fosfatagem, o solo foi gradeado visando a incorporação do fertilizante.

Os micronutrientes boro e zinco, também em baixa disponibilidade no solo, e muito exigidos pela cultura do pimentão, foram fornecidos via fertilizante bórax (11 % de B) e sulfato de zinco (20 % de Zn). A recomendação seguida foi de Trani et al. (1996), que indicam o uso de 1,0 kg ha^{-1} de boro e 3,0 kg ha^{-1} de zinco, para a cultura do pimentão.

4.4. Construção da casa de vegetação

A casa de vegetação, tipo capela, foi construída logo após a fertilização e o preparo do solo. O modelo utilizado foi o “Ana Dias” modificado (Souza et al., 1994), com 10 m de largura e 30 m de comprimento (300 m²), com pé direito de 2 m e altura da parte central de 3,5 m. Essa foi fechada com clarite, evitando a entrada de insetos e o furto de frutos.

4.5. Sistema de fertirrigação

O sistema de fertirrigação por gotejamento foi montado no mês de março de 1998 (Figuras 1 e 2). Utilizou-se um conjunto motobomba SCHNEIDER – modelo NPE-R1-1CV-monofásica-motor NEMA - inox -500 l h⁻¹ - 29 mca; tubos de polietileno 20 mm; filtro AMIAD - 150 mesh - ¾” – plástico; controlador 16 estações - 4 programas - 110 V -Irritrol ESP 16 LX - programas A, B, C, D; válvulas BERMAD com solenóide ¾” 24 VAC plástica; gotejadores KATIF - vermelho - 3,75 l h⁻¹ e caixas de água de fibra 500 L para armazenamento da solução para fertirrigação.

O teste de vazão foi realizado em cada um dos gotejadores instalados no sistema de fertirrigação e indicou a substituição de vários deles até que a vazão estivesse bem próxima da indicada pelo fabricante (3,75 L h⁻¹ para o modelo Katif vermelho).



FIGURA 1. Equipamento de fertirrigação: controlador automático; caixas de solução nitrogenada e potássica; bomba e filtro. UFLA, Lavras-MG, 1998.



FIGURA 2. Equipamento de fertirrigação: válvulas solenóides e tubos de polietileno; distribuição dos tubos na casa de vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1998.

4.6. Produção das mudas e transplântio

A cultivar de pimentão utilizada foi o híbrido Fortuna Super, da TopSeed, com frutos do tipo verde/vermelho, com formato cônico-alongado, desenvolvido para plantio na primavera/verão. As mudas foram formadas em bandejas de poliestireno expandido, de 128 células. A semeadura foi realizada no dia 11/12/1998. O substrato utilizado foi 50 % de casca de arroz carbonizada + 50 % de substrato comercial Plantmax, além de 50 g de fertilizante 04-14-08 por bandeja. Foram realizadas pulverizações com micronutrientes a cada 15 dias, utilizando o produto comercial Plantin II. O controle fitossanitário das mudas foi realizado através de pulverizações com o inseticida Decis (Deltamethrin) e o fungicida Dithane (Mancozeb), quando necessário.

A cobertura dos canteiros foi colocada no dia anterior ao transplântio, utilizando o de 1,60 m de largura, de coloração prata, para evitar o aumento excessivo de temperatura do solo. Utilizou-se um cano de PVC de 50 mm, cortado e afiado, para a abertura dos furos na cobertura plástica, próximos a cada gotejador, respeitando o espaçamento de 0,60 m entre linhas duplas x 0,50 m entre plantas, dentro do canteiro, e possibilitando a localização da muda bem próxima à solução de água e fertilizante.

O transplântio foi realizado no dia 12/01/1999, com os canteiros previamente umedecidos, estando as mudas com 32 dias e 4 pares de folhas, com cerca de 15 cm de altura e bem uniformes (Figura 3). Após o transplântio, efetuou-se uma irrigação rápida.

4.7. Caracterização dos tratamentos

O experimento constou de 48 canteiros de 3,0 m de comprimento e 1,20 m de largura (Figura 4). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos

casualizados (DBC), divididos em três blocos de repetição. Os tratamentos foram distribuídos em um esquema fatorial 4 x 4: quatro doses de nitrogênio em cobertura: 2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g planta⁻¹, correspondendo a 40, 120, 200 e 280 kg ha⁻¹ de N (121, 364, 606 e 848 kg ha⁻¹ de nitrato de amônio, considerando-se 33% de N) e quatro doses de potássio em cobertura: 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g planta⁻¹, correspondendo a 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O (167, 333, 500 e 667 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio branco, considerando-se 60% de K₂O), resultando em 16 tratamentos (Tabela 4). As parcelas consistiram de 10 plantas em cada canteiro, deixando-se como bordadura duas plantas no início e duas no final do canteiro, totalizando-se seis plantas por parcela útil. O espaçamento utilizado, dentro do canteiro, foi de 0,60 m entre linhas (duas linhas por canteiro) e 0,50 m entre plantas. O espaçamento utilizado entre canteiros foi de 0,60 m. Considerando-se a área de circulação que deve existir entre os canteiros e entre estufas têm-se cerca de 20 000 plantas por hectare.



FIGURA 3. Plantas do pimentão Fortuna Super F₁ recém-transplantadas e com 120 dias após transplântio. UFLA, Lavras-MG, 1999.

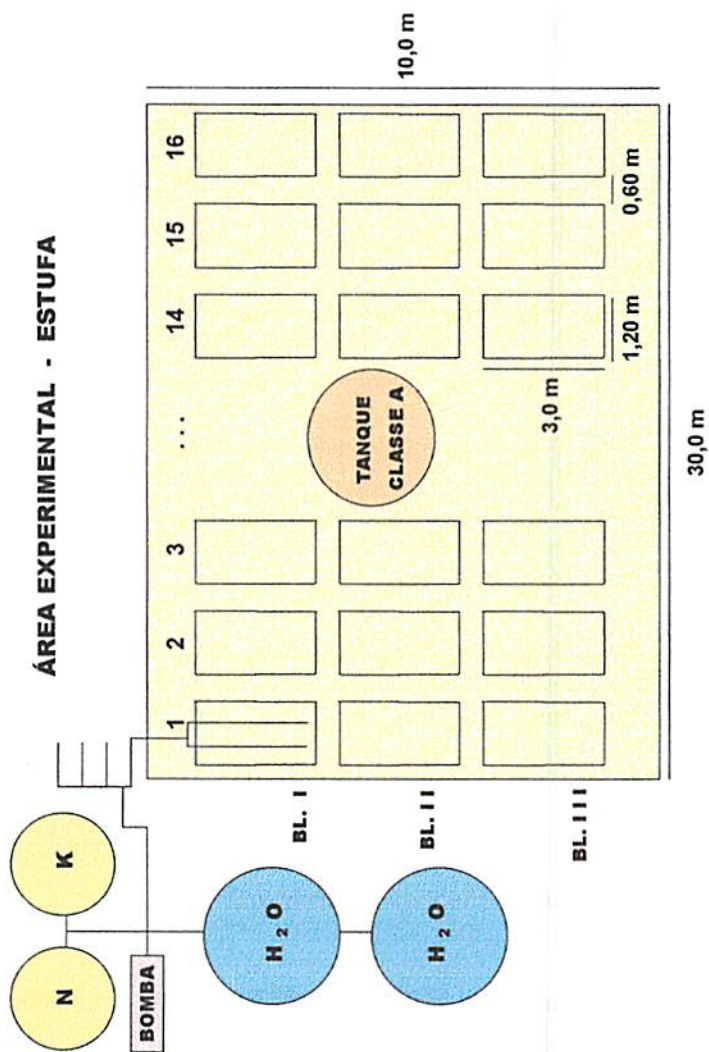


FIGURA 4. Esquema da área experimental: parcelas experimentais (canteiros) e repetições (blocos), dispostas na casa de vegetação; caixas de água e caixas de solução nitrogenada e potássica para fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

TABELA 4. Doses de nitrogênio (2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g planta⁻¹) e de potássio (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g planta⁻¹) utilizadas na fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Tratamentos	Combinação NxK	Doses NxK (g planta ⁻¹ ciclo ⁻¹)
T ₁	N ₁ K ₁	2,0 x 5,0
T ₂	N ₁ K ₂	2,0 x 10,0
T ₃	N ₁ K ₃	2,0 x 15,0
T ₄	N ₁ K ₄	2,0 x 20,0
T ₅	N ₂ K ₁	6,0 x 5,0
T ₆	N ₂ K ₂	6,0 x 10,0
T ₇	N ₂ K ₃	6,0 x 15,0
T ₈	N ₂ K ₄	6,0 x 20,0
T ₉	N ₃ K ₁	10,0 x 5,0
T ₁₀	N ₃ K ₂	10,0 x 10,0
T ₁₁	N ₃ K ₃	10,0 x 15,0
T ₁₂	N ₃ K ₄	10,0 x 20,0
T ₁₃	N ₄ K ₁	14,0 x 5,0
T ₁₄	N ₄ K ₂	14,0 x 10,0
T ₁₅	N ₄ K ₃	14,0 x 15,0
T ₁₆	N ₄ K ₄	14,0 x 20,0

4.8. Manejo da irrigação e da fertirrigação

A lâmina de água, aplicada diariamente, foi calculada de acordo com a evapotranspiração da cultura, controlada através de Tanque Classe A, posicionado no centro da casa de vegetação.

Diariamente mediu-se a evaporação do Tanque Classe A e efetuou-se a reposição de água de acordo com a seguinte fórmula (Marouelli, 1996):

$$\text{Etc} = \text{EV} \times \text{Kt} \times \text{Kc}$$

Sendo:

-Etc = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹);

-EV = evaporação do tanque Classe A (mm);

-Kt = coeficiente do tanque, adimensional = 0,80 (considerando o tanque circundado por solo nu, vento leve - < 2 m s⁻¹ - e UR média - 40 a 70%);

-Kc = coeficiente da cultura, adimensional, considerando:

➡ Estádio I- Da emergência até 10 % do desenvolvimento vegetativo (0,4 a 0,5).

➡ Estádio II- Desde o final do estágio I até 70 a 80 % do desenvolvimento vegetativo (início de florescimento= 0,60 a 0,65).

➡ Estádio III- Desde o final do estágio II até o início da maturação (0,95 a 1,10).

➡ Estádio IV- Desde o final do estágio III até a colheita (0,80 a 0,90).

Então, a fórmula utilizada para o Estádio I foi desenvolvida assim:

Etc = EV x Kt x Kc (Estádio I); Etc = EV x 0,8 x 0,5; Etc = EV x 0,4

$$Q \text{ (Vazão)} = \frac{V \text{ (Volume)}}{T \text{ (Tempo)}} \quad T = \frac{V}{Q}$$

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Etc} \times \text{Área Canteiro}}{10 \text{ gotej. / h}}$$

$$T = \frac{(EV \times 0,4) \times (3,0 \text{ m} \times 1,2 \text{ m})}{(10 \text{ gotej.} \times 3,75 \text{ L} / 60 \text{ min.})} \quad \text{Obs.: } 3,6 \text{ m}^2 = 3,6 \text{ L} ; 1 \text{ mm} (1 \text{ L/m}^2)$$

$$\text{Tempo} = \frac{EV \times 0,4 \times 3,6 \text{ L} \times 60 \text{ min.}}{37,5 \text{ L}}$$

Tempo de funcionamento, em minutos, para cada tratamento no Estádio I:

$$\text{Tempo} = EV \times 2,304$$

Tempo de funcionamento, em minutos, para cada tratamento no Estádio II:

$$\text{Tempo} = EV \times 2,9952$$

Tempo de funcionamento, em minutos, para cada tratamento no Estádio III:

$$\text{Tempo} = EV \times 5,0688$$

Tempo de funcionamento, em minutos, para cada tratamento no Estádio IV:

$$\text{Tempo} = EV \times 4,1472$$

Nos primeiros 10 dias após o transplante, foi realizada somente irrigação, em função de ser considerada a fase de estabelecimento das mudas.

A partir daí, a fertirrigação foi realizada duas vezes por semana. Em um dia da semana fertirrigação nitrogenada, em outro dia fertirrigação potássica. As fontes de N e K utilizadas foram nitrato de amônio e cloreto de potássio branco.

Vale ressaltar que a ausência de pesquisas anteriores, no País, para determinar as doses ideais de N e K a serem utilizados em fertirrigação para a cultura do pimentão, em nossa região, dificultou o estabelecimento dos níveis mínimos e máximos a serem adotados. Foi realizada uma pesquisa com firmas produtoras de sementes híbridas de pimentão (HortiAgro-Ijaci, MG e Hortec-Jarinú, SP), as quais já vêm utilizando a fertirrigação por alguns anos; pesquisas com alguns produtores de pimentão; consultas a recomendações de adubação convencional para a cultura em boletins técnicos, além de outras consultas à literatura.

Tomando como referência as doses até então utilizadas no campo e recomendadas para a cultura, adotou-se uma quantidade média de nutrientes e estabeleceram-se valores abaixo e acima desta, a serem testados no experimento. É importante ressaltar que os valores médios dos fertilizantes nitrogenado ($8 \text{ g de N planta}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$) e potássico ($12,5 \text{ g de K}_2\text{O planta}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$), adotados no experimento, coincidem com os valores recomendados para fertirrigação pela CFSEMG (1999), quando se consideram $20 \text{ 000 plantas ha}^{-1}$, sendo que esta ainda não havia sido publicada, quando do estabelecimento dos tratamentos e implantação do experimento.

A partir daí estabeleceu-se a divisão dos nutrientes e fertilizantes a serem fornecidos à cultura, segundo a fase de desenvolvimento da mesma (Tabela 5).

TABELA 5. Quantidade de nutrientes (nitrogênio e potássio) e de fertilizantes (Nitrato de Amônio, N.A. e Cloreto de Potássio, KCl) fornecida semanalmente a cada planta de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 1999.

	1ª FASE* (10-40 dias)	2ª FASE (41-70 dias)	3ª FASE (71-250dias)
	4 semanas	4 semanas	26 semanas
	10% N	15% N	75% N
N₁	0,05g N/planta/semana	0,08g N/planta/semana	0,06g N/planta/semana
(2g)	(0,15g N.A./pl./sem.)	(0,23g N.A./pl./sem.)	(0,19g N.A./pl./sem.)
N₂	0,15g N/planta/semana	0,23g N/planta/semana	0,19g N/planta/semana
(6g)	(0,45g N.A./pl./sem.)	(0,68g N.A./pl./sem.)	(0,57g N.A./pl./sem.)
N₃	0,25g N/planta/semana	0,38g N/planta/semana	0,31g N/planta/semana
(10g)	(0,75g N.A./pl./sem.)	(1,14g N.A./pl./sem.)	(0,95g N.A./pl./sem.)
N₄	0,35g N/planta/semana	0,53g N/planta/semana	0,44g N/planta/semana
(14g)	(1,06g N.A./pl./sem.)	(1,59g N.A./pl./sem.)	(1,33g N.A./pl./sem.)
	5% K₂O	7,5% K₂O	87,5% K₂O
K₁	0,06g K ₂ O/pl./semana	0,09g K ₂ O/pl./semana	0,18g K ₂ O/pl./semana
(5g)	(0,10g KCl/pl./sem.)	(0,16g KCl/pl./sem.)	(0,30g KCl/pl./sem.)
K₂	0,13g K ₂ O/pl./semana	0,19g K ₂ O/pl./semana	0,36g K ₂ O/pl./semana
(10g)	(0,22g KCl/pl./sem.)	(0,32g KCl/pl./sem.)	(0,61g KCl/pl./sem.)
K₃	0,19g K ₂ O/pl./semana	0,28g K ₂ O/pl./semana	0,55g K ₂ O/pl./semana
(15g)	(0,32g KCl/pl./sem.)	(0,47g KCl/pl./sem.)	(0,91g KCl/pl./sem.)
K₄	0,25g K ₂ O/pl./semana	0,38g K ₂ O/pl./semana	0,73g K ₂ O/pl./semana
(20g)	(0,42g KCl/pl./sem.)	(0,63g KCl/pl./sem.)	(1,22g KCl/pl./sem.)

*** Fases da cultura e de fertirrigação:**

- 1ª Fase: Pegamento das mudas até início de florescimento.
- 2ª Fase: Início de florescimento e frutificação até primeira colheita.
- 3ª Fase: Início da colheita até o final do ciclo.

Após determinadas as quantidades dos fertilizantes a serem aplicadas, estabeleceu-se a concentração dos mesmos e estes foram colocados nas duas caixas de água (500 L), para obter as soluções nitrogenada e potássica. Em seguida, programou-se o controlador do sistema de irrigação/fertirrigação de acordo com os tempos necessários de fertirrigação para cada tratamento.

Considerando-se a vazão de 3,75 L h⁻¹ para cada gotejador (Katif vermelho) e 30 gotejadores por tratamento (10 plantas/canteiro x 3 blocos), obteve-se uma vazão de 112,5 L h⁻¹ em cada tratamento, ou seja, aproximadamente 2 L minuto⁻¹.

Calculou-se, assim, a quantidade de fertilizante a ser colocada por litro de água (Tabela 6) e o tempo de funcionamento da fertirrigação para cada tratamento, além do tempo de irrigação de complementação nos 16 tratamentos (Tabela 7).

TABELA 6. Quantidade de Nitrato de Amônio e de Cloreto de Potássio adicionada por litro de água para a fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

1ª FASE (10-40 dias)	2ª FASE (41-70 dias)	3ª FASE (71-250 dias)
4 semanas	4 semanas	26 semanas
	Nitrato de Amônio	
2,25g L ⁻¹ de água	3,45g L ⁻¹ de água	2,85g L ⁻¹ de água
	Cloreto de Potássio	
1,5g L ⁻¹ de água	2,4g L ⁻¹ de água	4,5g L ⁻¹ de água

Tabela 7. Tempo de funcionamento da fertirrigação e da complementação da irrigação (semanal), independentemente da fase da cultura. UFLA, Lavras-MG, 1999.

NITROGÊNIO			POTÁSSIO		
Tratamento	Tempo de Fertirrigação (minutos)	Tempo de Irrigação* (minutos)	Tratamento	Tempo de Fertirrigação (minutos)	Tempo de Irrigação* (minutos)
N ₁ : T ₁ T ₂ T ₃ T ₄	1	7	K ₁ : T ₁ T ₅ T ₉ T ₁₃	1	4
N ₂ : T ₅ T ₆ T ₇ T ₈	3	5	K ₂ : T ₂ T ₆ T ₁₀ T ₁₄	2	3
N ₃ : T ₉ T ₁₀ T ₁₁ T ₁₂	5	3	K ₃ : T ₃ T ₇ T ₁₁ T ₁₅	3	2
N ₄ : T ₁₃ T ₁₄ T ₁₅ T ₁₆	7	1	K ₄ : T ₄ T ₈ T ₁₂ T ₁₆	4	1

* Obs.: Os tempos de irrigação foram constantes para o dia da fertirrigação. Nos outros dias da semana, a irrigação foi calculada segundo a evaporação do Tanque Classe A (item 4.8).

4.9. Tratos culturais e colheita da cultura

No decorrer do ciclo da cultura foram realizados os tratos culturais necessários ao seu adequado desenvolvimento.

As plantas foram tutoradas através da colocação de bambus individuais, nos quais eram amarradas com fitilhos plásticos.

Procedeu-se a desbrota durante o desenvolvimento da cultura, além da retirada das flores da primeira bifurcação.

Foram efetuadas pulverizações semanais com micronutrientes (1,16g de Ácido Bórico; 2,28g de Sulfato de Zinco e 0,06g de Molibdato de Sódio por litro de água). Considerando que o solo é rico em ferro e manganês (segundo análise química) e que foram efetuadas pulverizações freqüentes com produtos contendo cobre (Recop e Oxicloreto de Cobre), visando tratamento fitossanitário, estes três micronutrientes não foram utilizados nas pulverizações.

Para prevenir a podridão apical foram ainda realizadas pulverizações semanais, direcionadas aos frutos, com solução de Cloreto de Cálcio, utilizando as seguintes dosagens:

- 300g 100L⁻¹ de água, nos dois primeiros meses de frutificação;
- 400g 100L⁻¹ de água, nos dois meses seguintes;
- 600g 100L⁻¹ de água, nos dois últimos meses de frutificação.

Pulverizações com fungicidas, inseticidas e acaricidas foram realizadas de acordo com a necessidade de controle de doenças e insetos-praga.

A colheita dos frutos foi efetuada semanalmente. Os frutos foram separados por blocos e tratamentos, computando-se a produção acumulada para o cálculo da produtividade. Os frutos foram separados por tipos através da classificação por tamanho.

4.10. Avaliações

4.10.1. Análise química dos solos dos tratamentos avaliados

Após a retirada das plantas, efetuou-se a amostragem do solo da casa de vegetação, nos canteiros, próximos aos gotejadores, em duas profundidades: de 0

a 20 cm e de 20 a 40 cm. Retirou-se uma sub-amostra de cada parcela (em cada um dos blocos), resultando em uma amostra por tratamento (16 amostras).

Não foi objetivo do trabalho realizar análise estatística da Análise de Solo, por isso a ausência de repetições. Não fez-se a análise de variância mas comentou-se a respeito das tendências e influências de aumentos ou diminuições da disponibilidade dos nutrientes a medida que aumentou-se N ou K no solo.

4.10.2. Peso da matéria seca da parte aérea das plantas

O peso da matéria seca das plantas foi determinado em g planta^{-1} . É importante ressaltar que foram colocados sacos de papel ao lado de cada planta, nos quais foram armazenadas, durante todo o ciclo da cultura, as folhas senescentes e/ou os ramos desbrotados. Após o término do experimento, última colheita de frutos e última fertirrigação realizada, coletaram-se 2 plantas representativas/parcela, de cada bloco, resultando em 6 plantas/tratamento. Essas foram secas em estufa de circulação forçada de ar, juntamente com o material vegetal do saco de papel, em temperatura de aproximadamente 70°C , até o peso constante. Foram então pesadas para a determinação da matéria seca.

4.10.3. Produção de frutos por classe e total

A produção total dos frutos resultou da soma do peso da matéria fresca dos frutos das 24 colheitas realizadas, expressa em kg planta^{-1} . Os frutos foram separados por classe, de acordo com o seu comprimento e diâmetro, em:

Tipo 1: 12 a 18cm de comprimento e 7 a 12 cm de diâmetro;

Tipo 2: 7 a 12cm de comprimento e 4 a 7 cm de diâmetro;

Tipo 3: menor que 7 cm de comprimento e menor que 4 cm de diâmetro.



4.10.4. Número de frutos por classe e total

O número de frutos foi obtido pela contagem dos frutos de cada classe e total de frutos das 24 colheitas realizadas, expresso em unidades planta⁻¹.

4.11. Análise estatística

Foram realizadas análises de variância, teste F e análises de regressão relativas às características avaliadas, exceto para Análise de Solo. Embora o experimento tenha sido montado com três blocos (repetições) na análise estatística foram considerados somente dois blocos devido à perda de um grande número de plantas pela ocorrência de esclerotínia (*Sclerotinia*) em um deles.

5. Resultados e Discussão

5.1. Efeito da adubação nitrogenada e potássica nas características químicas do solo, ao final do cultivo

A aplicação de adubos no solo pode causar efeitos desejáveis e indesejáveis nas propriedades químicas do solo. A alteração desejável é aumentar o teor dos elementos aplicados na fertilização quando estes limitam o crescimento do vegetal cultivado, possibilitando que a cultura manifeste todo o seu potencial genético de produtividade, no que diz respeito à nutrição.

Nesse experimento, a produtividade de 171,5 t ha⁻¹ de frutos obtida com a adubação de 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, é considerada alta se comparada às mencionadas na literatura. Isto quer dizer que o efeito desejável foi obtido com as mencionadas doses de N e K₂O e que doses acima destas podem ser desnecessárias, ou até mesmo causar efeitos indesejáveis, dependendo da fonte do nutriente, da dose empregada e das características do solo.

Para a adubação nitrogenada, com a presença de amônio, o principal efeito de sua aplicação excessiva no solo é o aumento da acidez e diminuição do pH. A adubação potássica, por sua vez, efetuada em doses elevadas, utilizando o cloreto de potássio, tende a causar salinidade excessiva.

A Tabela 9 contém as médias de macro e micronutrientes no solo, obtidas a partir da Tabela 8, provenientes de cada dose de N e K utilizadas em fertirrigação, possibilitando uma comparação dos resultados. A Tabela 8 mostra uma compilação dos dados das análises de solos, originários de amostras em superfície (0 a 20 cm) e em sub-superfície (20 a 40 cm), de todos os canteiros, submetidos aos diferentes tratamentos nitrogenados.

De acordo com a Tabela 9, pode-se observar que:

- À medida que aumentaram-se as doses de N, na superfície e em sub-superfície:
 - disponibilizou-se hidrogênio e alumínio;
 - abaixou-se o pH;
 - diminuiu-se o potássio, o cálcio, o magnésio e o enxofre.

O fornecimento do nitrogênio na forma de nitrato de amônio possibilita o abaixamento do pH tanto pela presença do NH_4^+ quanto pela presença do NO_3^- . O NH_4^+ , quando sofre o processo de nitrificação no solo, libera íons H^+ . Estes disponibilizam o Al^{+++} e diminuem a disponibilidade do potássio, do cálcio, do magnésio e do enxofre. O NO_3^- também acidifica o solo, pois promove a lixiviação das bases (K^+ , Ca^{++} e Mg^{++}), que são substituídas pelo H^+ .

- À medida que aumentaram-se as doses de K_2O , observou-se:
 - o aumento de potássio na superfície e em sub-superfície;
 - um pequeno aumento na condutividade elétrica em sub-superfície.

TABELA 8. Análise química do solo após a retirada das plantas. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Nu- triente	Profun- didade	TRATAMENTOS															
		N ₁ K ₁	N ₁ K ₂	N ₁ K ₃	N ₁ K ₄	N ₂ K ₁	N ₂ K ₂	N ₂ K ₃	N ₂ K ₄	N ₃ K ₁	N ₃ K ₂	N ₃ K ₃	N ₃ K ₄	N ₄ K ₁	N ₄ K ₂	N ₄ K ₃	N ₄ K ₄
P	0-20	4	4	4	5	6	4	6	4	4	8	4	4	3	6	4	6
	20-40	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4
K	0-20	61	72	147	204	44	50	69	87	27	44	81	69	23	34	61	92
	20-40	61	58	64	182	47	39	70	134	31	51	70	122	22	33	56	97
Ca	0-20	2	1,6	2,1	2,1	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	1,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,9
	20-40	1,3	1	2,1	1,8	1,5	1,3	0,9	1	0,9	0,5	1,5	1,1	0,4	0,8	0,4	1,2
Mg	0-20	0,4	0,6	0,8	0,8	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3
	20-40	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4
Al	0-20	0	0	0	0	0,6	0,6	0,7	0,5	0,8	0,8	0,1	0,5	0,5	0,7	0,8	0,4
	20-40	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0,3	0,1	0,3	0,4	0,1	0,1	0,6	0,4	0,8	0,2
H+	0-20	2,9	2,9	2,3	2,9	5	5	5,6	4,5	5,6	6,3	3,6	5	5	5,6	5,6	5
Al	20-40	3,6	3,6	2,9	3,2	3,2	3,6	4,5	3,6	4,5	4,5	3,6	3,6	4,5	5	5,6	4
S	0-20	71,3	147	65,7	163	52,8	55,8	65,7	36	55,8	64	64	51,3	58,9	77,4	71,3	58,9
	20-40	158	203	152	249	122	168	163	117	106	89	191	132	91,6	163	209	79,6

Obs.: P, K e S – mg dm⁻³;

Ca, Mg, Al e H - cmol_c dm⁻³

N₁ = 2,0 g de N planta⁻¹; N₂ = 6,0 g de N planta⁻¹; N₃ = 10,0 g de N planta⁻¹; N₄ = 14,0 g de N planta⁻¹

K₁ = 5,0 g de K₂O planta⁻¹; K₂ = 10,0 g de K₂O planta⁻¹; K₃ = 15,0 g de K₂O planta⁻¹; K₄ = 20,0 g de K₂O planta⁻¹

“...continua...”

“TABELA 8, Cont.”

Nu- triente	Profun- didade	TRATAMENTOS															
		N ₁ K ₁	N ₁ K ₂	N ₁ K ₃	N ₁ K ₄	N ₂ K ₁	N ₂ K ₂	N ₂ K ₃	N ₂ K ₄	N ₃ K ₁	N ₃ K ₂	N ₃ K ₃	N ₃ K ₄	N ₄ K ₁	N ₄ K ₂	N ₄ K ₃	N ₄ K ₄
B	0-20	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5
	20-40	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Zn	0-20	1,1	0,5	0,6	0,7	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
	20-40	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Cu	0-20	1,8	1,6	1,5	1,9	1,8	3,9	2,1	2	1,9	2,4	1,8	1,9	2,2	2,4	2	2,3
	20-40	1,8	1,8	1,9	2	1,7	1,7	1,9	1,7	1,8	1,5	1,9	1,7	2	2	2	1,6
Mn	0-20	3,4	2,5	2,4	3,9	2,1	2	1,5	2,3	1,5	1,2	3,4	1,7	2	1,6	1,9	2,6
	20-40	2,2	2,2	2,1	2,1	1,9	2,2	2,4	2,4	1,7	2,4	1,9	2,2	2,4	1,5	1,9	2,9
Fe	0-20	15,9	14,9	14,6	15,5	21	21,5	21,1	18,1	22	26,7	17,1	16,7	18,8	18,9	17,7	14,7
	20-40	14,9	15,5	18,4	15,4	7,8	16,1	17,4	14,9	15,3	14,2	31,6	13,2	21,9	18,7	17	15,4
Na	0-20	6	4	4	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	20-40	4	2	4	6	2	2	2	4	2	2	9	2	2	2	2	4
pH	0-20	5,5	5,4	5,8	5,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,0	3,9	5,1	4,3	4,3	4,1	3,9	4,4
	20-40	5,2	5,2	5,5	5,4	5,4	5,1	4,8	5,0	4,7	4,5	5,0	5,0	4,2	4,5	4,1	4,7
Cond Elétr.	0-20	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4
	20-40	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3

Obs.: B (água quente), Zn, Cu, Mn, Fe e Na – mg dm⁻³;

Zn, Cu, Mn e Fe - DTPA

Condutividade elétrica – dS m⁻¹;

pH – água

TABELA 9. Média dos resultados da análise química do solo após a retirada das plantas (Tabela 8). UFLA, Lavras-MG, 1999.

Nu- triente	Profun- didade	N 1	N 2	N 3	N 4	K 1	K 2	K 3	K 4
P	0-20	4,25	5,0	5,0	4,75	4,25	5,5	4,5	4,75
	20-40	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,75	3,25	3,5
K	0-20	121	62,5	55,25	52,5	38,75	50,0	89,5	113,0
	20-40	91,25	72,5	68,5	52,0	40,25	45,25	65	133,8
Ca	0-20	1,95	0,425	0,625	0,55	0,8	0,7	1,075	0,975
	20-40	1,55	1,175	1,0	0,7	1,025	0,9	1,225	1,275
Mg	0-20	0,65	0,125	0,275	0,175	0,2	0,225	0,45	0,35
	20-40	0,7	0,375	0,275	0,225	0,425	0,375	0,35	0,4
Al	0-20	0,0	0,6	0,55	0,6	0,475	0,525	0,4	0,35
	20-40	0,05	0,125	0,225	0,5	0,25	0,25	0,3	0,1
H+Al	0-20	2,75	5,025	5,125	5,3	4,625	4,95	4,275	4,35
	20-40	3,325	3,725	4,05	4,775	3,95	4,175	4,15	3,6
S	0-20	111,9	52,57	58,77	66,62	59,7	86,17	66,67	77,4
	20-40	190,9	143,2	129,8	136,1	119,6	156,2	179,3	144,8
B	0-20	0,35	0,25	0,175	0,275	0,225	0,20	0,250	0,375
	20-40	0,30	0,30	0,275	0,175	0,275	0,25	0,25	0,275
Zn	0-20	0,725	0,35	0,225	0,275	0,475	0,35	0,375	0,375
	20-40	0,425	0,35	0,250	0,275	0,35	0,3	0,35	0,300
Cu	0-20	1,7	2,45	2,0	2,225	1,925	2,575	1,85	2,025
	20-40	1,875	1,75	1,725	1,900	1,825	1,75	1,925	1,75
Mn	0-20	3,05	1,975	1,95	2,025	2,25	1,825	2,3	2,625
	20-40	2,15	2,225	2,05	2,175	2,05	2,075	2,075	2,40
Fe	0-20	15,25	20,42	20,62	17,52	19,42	20,5	17,6	16,25
	20-40	16,05	14,05	18,57	24,33	14,97	16,12	21,1	14,72
Na	0-20	5,75	2	2	2	3	2,5	2,5	3,75
	20-40	4	2,5	3,75	2,5	2,5	2,0	4,25	4,0
pH	0-20	5,53	4,2	4,32	4,18	4,5	4,4	4,75	4,58
	20-40	5,33	5,08	4,80	4,38	4,88	4,83	4,85	5,03
Cond	0-20	0,275	0,225	0,225	0,475	0,4	0,2	0,25	0,35
Elétr.	20-40	0,225	0,175	0,175	0,250	0,175	0,225	0,225	0,250

Obs.: P, K e S – mg dm⁻³;

Ca, Mg, Al e H - cmol_c dm⁻³

B, Zn, Cu, Mn, Fe e Na – mg dm⁻³

Condutividade elétrica – dS m⁻¹;

pH – água

- Quando se aumentou a profundidade da amostra, em todos os tratamentos, observou-se a:
 - diminuição do fósforo, do hidrogênio, do alumínio;
 - diminuição da condutividade elétrica;
 - aumento da disponibilidade de potássio, cálcio, magnésio, enxofre (praticamente o dobro) e uma pequena elevação do pH, sem efeito consistente para a disponibilidade dos micronutrientes.

Estes dados mostram que o fósforo, aplicado anteriormente como fosfatagem corretiva (5 kg de P_2O_5 por hectare por % de argila), incorporado superficialmente, aí se manteve. O hidrogênio e o alumínio certamente se encontram em maior quantidade na superfície do solo devido à reação do amônio, liberado na fertirrigação, ocorrer imediatamente. É normal que a condutividade elétrica seja maior na profundidade de 0 a 20 cm, pois esta é a faixa na qual os nutrientes foram aplicados antes do plantio e também em fertirrigação durante o desenvolvimento da cultura. Houve lixiviação de potássio para a camada de 20 a 40 cm de profundidade. Este elemento lixivia com o aumento da concentração, via fluxo de massa, e é bastante móvel. Também o cálcio, magnésio e enxofre lixiviaram, este último em grande quantidade, pois é mais móvel por ser ânion (SO_4^{2-}), não sendo atraído pela argila ou matéria orgânica, permanecendo na solução do solo, normalmente acumulado no sub-solo (Vale, Guedes e Guilherme, 1995).

Observando-se os teores médios de macro e micronutrientes de forma geral, pode-se verificar as quantidades mínimas e máximas de cada um deles e compará-las com as classes de fertilidade, segundo Vale, Guedes e Guilherme (1995):

- P: 3,25 e 5,5 mg dm^{-3} , teor baixo (de 0 a 5 mg dm^{-3} é considerado baixo), apesar da disponibilidade deste nutriente ter praticamente

dobrado, pois a quantidade inicial de P neste solo (2 mg dm^{-3}) era muito baixa. O solo argiloso, neste caso com 62% de argila, realmente necessita de grande quantidade de fósforo, além da cultura ter certamente absorvido uma grande parte. Tem-se também a possibilidade do P ter formado compostos com o Fe, ficando fixado no solo, já que este solo se apresentou com até 24 mg dm^{-3} de ferro (acima de 12 mg dm^{-3} é considerado alto).

- K: 38,75 e $228,5 \text{ mg dm}^{-3}$. A quantidade menor encontrada no solo ($38,75 \text{ mg dm}^{-3}$), com a menor fertirrigação, praticamente dobrou, pois a análise inicial apontava 20 mg dm^{-3} de K_2O neste solo.

- K_1 teve uma média de $39,5 \text{ mg dm}^{-3}$, teor baixo (de 0 a 45 mg dm^{-3} é considerado baixo);

- K_2 teve uma média de $47,6 \text{ mg dm}^{-3}$, teor médio (de 46 a 80 mg dm^{-3} é considerado médio);

- K_3 teve uma média de $77,3 \text{ mg dm}^{-3}$, teor médio;

- K_4 teve uma média de $123,4 \text{ mg dm}^{-3}$, teor alto (maior que 80 mg dm^{-3} é considerado alto).

Os teores de potássio no solo aumentaram à medida que aumentou a fertilização.

- Ca: 0,43 a $1,95 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, teor baixo a médio (de 0 a $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado baixo e de 1,6 a $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado médio). A quantidade inicial no solo era de $0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

- Mg: 0,13 a $0,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, teor baixo a médio (de 0 a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado baixo e de 0,6 a $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado médio). Foi realizada calagem com calcário dolomítico, visando elevação do V_2 a 70%, que é o recomendado para a cultura do pimentão, mas este absorveu certamente grande parte do que foi aplicado. A quantidade inicial no solo era de $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

- Al: 0,0 a $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, teor baixo a médio (de 0 a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado baixo e de 0,4 a $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado médio). A

acidez induzida pela aplicação de nitrogênio na forma de amônio, (nitrato de amônio), nos tratamentos com as doses mais elevadas, provavelmente disponibilizou o alumínio. A quantidade inicial no solo era de $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

- S: 52,6 a 190,95 mg dm^{-3} , teor alto (maior que 10 mg dm^{-3} é considerado alto). A grande disponibilidade de enxofre é certamente devida à aplicação de superfosfato simples (12% de S) como fosfatagem corretiva, além do solo ter uma quantidade média de matéria orgânica (2,5%) e esta também ser provedora deste nutriente. A aplicação de alguns defensivos agrícolas também pode aumentar a quantidade deste elemento no solo. A quantidade inicial no solo era de 31,1 e 41,7 mg dm^{-3} , de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

- B: 0,18 a 0,38 mg dm^{-3} , teor baixo a médio (menor do que $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$ é considerado baixo e de $0,2$ a $0,6 \text{ mg dm}^{-3}$ é considerado médio). A quantidade inicial no solo era de $0,16 \text{ mg dm}^{-3}$.

- Zn: 0,23 a 0,73 mg dm^{-3} , teor baixo a médio (menor do que $0,7 \text{ mg dm}^{-3}$ é considerado baixo e de $0,7$ a $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$ é considerado médio). A quantidade inicial no solo era de $0,6$ e $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

- Cu: 1,7 a 2,6 mg dm^{-3} , teor alto (maior que $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ é considerado alto). Quantidade inicial no solo era de $3,9$ e $3,8 \text{ mg dm}^{-3}$, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

- Mn: 1,83 a 3,05 mg dm^{-3} , teor médio ($1,5$ a $5,0$ é considerado médio). A quantidade inicial no solo era de $5,6$ e $4,5 \text{ mg dm}^{-3}$, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

- Fe: 14,1 a 24,3 mg dm^{-3} , teor alto (maior do que 12 mg dm^{-3} é considerado alto). A quantidade inicial no solo era de $24,2$ e $27,1 \text{ mg dm}^{-3}$, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente.

- Na: 2,0 a 5,8 mg dm^{-3} .

A condutividade elétrica aumentou em função da adição de fertilizantes, desde a primeira análise realizada, quando então era de 0,20 e 0,10 dS m⁻¹, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente, até depois da retirada das plantas, quando foi de 0,20 a 0,48 dS m⁻¹ e 0,18 a 0,25 dS m⁻¹, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, respectivamente, não sendo, no entanto, considerada prejudicial ao desenvolvimento da cultura.

5.2. Produção de matéria seca de plantas

Não houve interação significativa entre N e K analisando-se a variável matéria seca, os resumos das análises de variância encontram-se no Anexo A.

O maior acúmulo de matéria seca da parte aérea no final do experimento, foi obtido com a dose de 9,87 g planta⁻¹ de N (197,4 kg ha⁻¹ de N) e 20 g planta⁻¹ de K₂O (400 kg ha⁻¹ de K₂O) (Figura 5). De acordo com Carballo, Blankenship e Sanders (1994), doses altas de N aumentaram a concentração deste nutriente na matéria seca e aumentaram a matéria seca total final em pimentão fertirrigado com N.

Olsen, Lyons e Kelly (1993) observaram maior produção de matéria seca por planta de pimentão fertirrigada, quando aplicaram cerca de 7 g de N por planta. Silva (1998) encontrou maior produção de matéria seca para plantas de pimentão quando aplicou 8 g de N planta⁻¹. Hochmuth (1994) não encontrou respostas positivas na produção de matéria seca pelas plantas de pimentão com doses superiores a 134 kg ha⁻¹ de N, e a partir de 269 kg ha⁻¹ a adubação nitrogenada causou diminuição na produção de frutos. Também Locascio, Fiskell e Martin (1981) não encontraram resposta ao N, na produção de matéria seca da parte aérea, com quantidades maiores que 224 kg ha⁻¹.

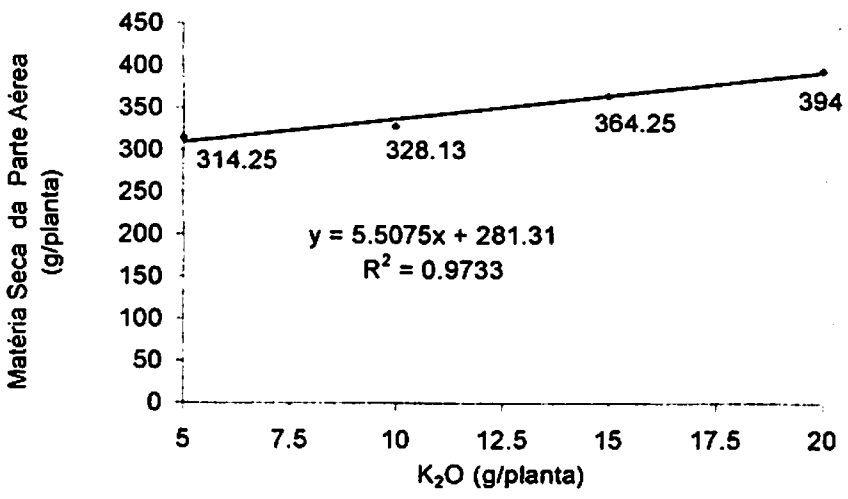
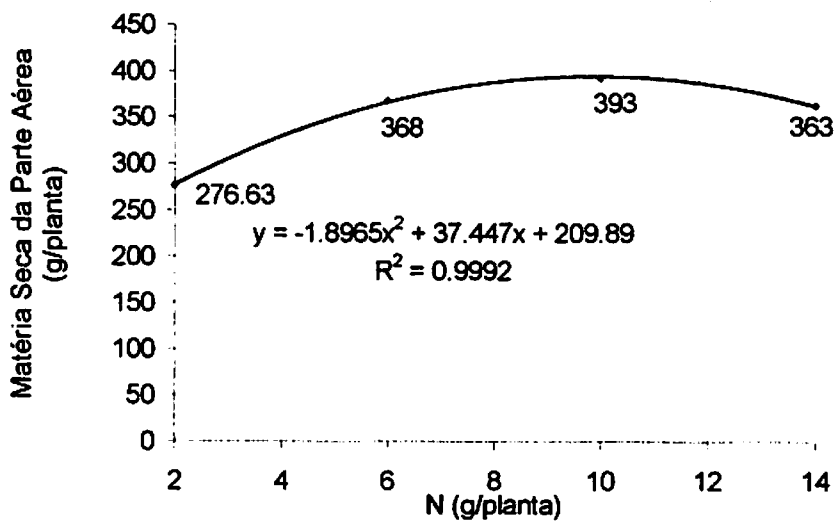


FIGURA 5. Produção de matéria seca da parte aérea do pimentão, no final do experimento, em função das doses de N e de K₂O aplicadas na fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Hochmuth et al. (1987) constataram uma relação linear entre peso de matéria seca da planta (aumentou de 57 para 77 g planta⁻¹) e as doses de potássio aplicados no solo (35 e 255 kg ha⁻¹). Entretanto, Silva (1998) conseguiu maior produção de matéria seca em plantas de pimentão com doses menores de potássio (133 kg ha⁻¹ de K₂O ou 4 g planta⁻¹ de K₂O).

A maior produção de matéria seca com a utilização da maior dose de potássio (20 g planta⁻¹ de K₂O) pode estar relacionada à manutenção do potencial hídrico da planta e aos mecanismos de abertura e de fechamento dos estômatos. Estes últimos controlam a absorção de CO₂, essencial para a formação de fotoassimilados (Marschner, 1997).

5.3. Produção de frutos

Não houve interação significativa entre N e K, os resumos das análises de variância encontram-se no Anexo A. A produção total de frutos de pimentão, em peso de matéria fresca (kg planta⁻¹) e em número total de frutos por planta não foi estatisticamente diferente entre as diversas doses de N. O mesmo resultado também foi constatado por Locascio, Olson e Rhoads (1989) em experimento realizado em Gainesville, Flórida, quando os pesquisadores trabalharam com fornecimento de nitrogênio e potássio aplicados 40% em pré-plantio, mais 60% parcelado via fertirrigação (6,8 g planta⁻¹ de N e 10,0 g planta⁻¹ de K₂O), para tomateiro cv. "Sunny". Trabalhando também com tomateiro "Sunny", testando a frequência de aplicação da adubação nitrogenada, via fertirrigação por gotejamento, Cook e Sanders (1991) observaram que o número de frutos comerciais não foi afetado pelos tratamentos. O total do rendimento comercial aumentou somente devido à maior frequência de frutos grandes.

As doses de N utilizadas influenciaram a produtividade de frutos obtida nas diferentes classes (tamanho) avaliadas, exceto para o tipo 3, que não houve

resposta significativa. Para o tipo 1, frutos grandes, obteve-se maior produtividade com 2 g planta⁻¹ e, para o tipo 2, frutos médios, a maior produtividade se deu com 8,9 g planta⁻¹ (Figuras 6 e 7). O maior acúmulo de matéria seca da parte aérea no final do experimento também foi obtido com dose similar, 9,87 g planta⁻¹ de N (Figura 5), explicando o maior potencial da planta para a produção de frutos tipo 2. Esses resultados foram similares ao de Santos, Klar e Braga (1998), que conseguiram maior produtividade total com a dose de 10 g planta⁻¹ de N, para o pimentão Elisa. Também Kano et al. (2000), encontraram que a melhor dose de N em fertirrigação para a produção na cultura do pimentão foi 9,75 g planta⁻¹ e Silva (1998), conseguiu maior número de frutos, com 8 g de N planta⁻¹, trabalhando em ambiente protegido, com a cultivar Mayata, mas sem o uso de fertirrigação. Segundo Mengel e Kirkby (1987), níveis elevados de N estimulam o desenvolvimento vegetativo em detrimento da competição dos órgãos reprodutivos por fotossintatos. Neste experimento obteve-se a melhor dose (8,9 g planta⁻¹), que não foi excessiva. Além disso, a disponibilidade dos nutrientes no solo certamente balancearam a nutrição da planta, incrementando a produção final de frutos do tipo 2. Miller, McCollum e Claimon (1979), trabalhando com pimentão em solução nutritiva, observaram que altas concentrações de N são prejudiciais ao tamanho e formato dos frutos, diminuindo principalmente o seu comprimento. Observaram, também, que a deficiência de K causou extrema redução no comprimento e diâmetro dos frutos.

Carrijo et al. (1996), estudando nitrogênio e potássio fornecidos em fertirrigação por gotejamento para o tomateiro, cv. Irazu (grupo salada), em ambiente protegido, conseguiram obter maior produtividade quando utilizaram doses dos dois nutrientes (5,4 g planta⁻¹ de N e 10,8 g planta⁻¹ de K₂O) em proporção similar às que produziram melhores frutos nesse trabalho (8,9 g de N e 17,6g de K₂O planta⁻¹).

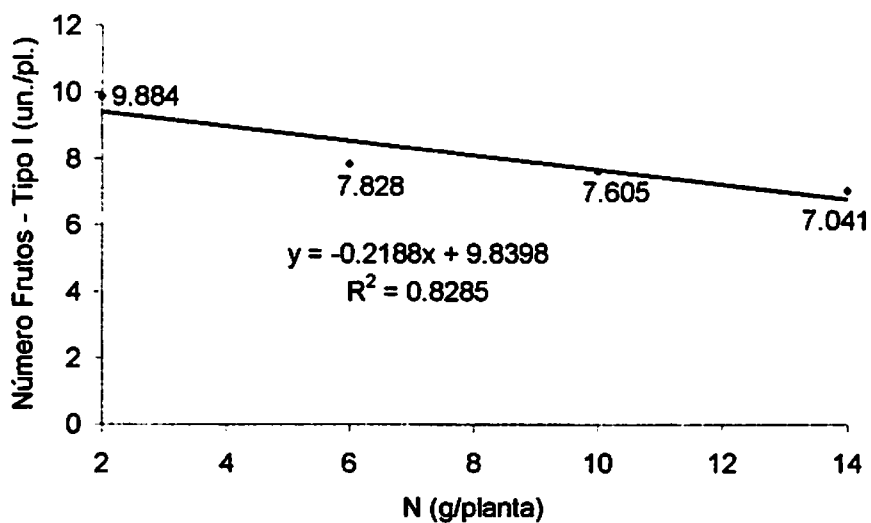
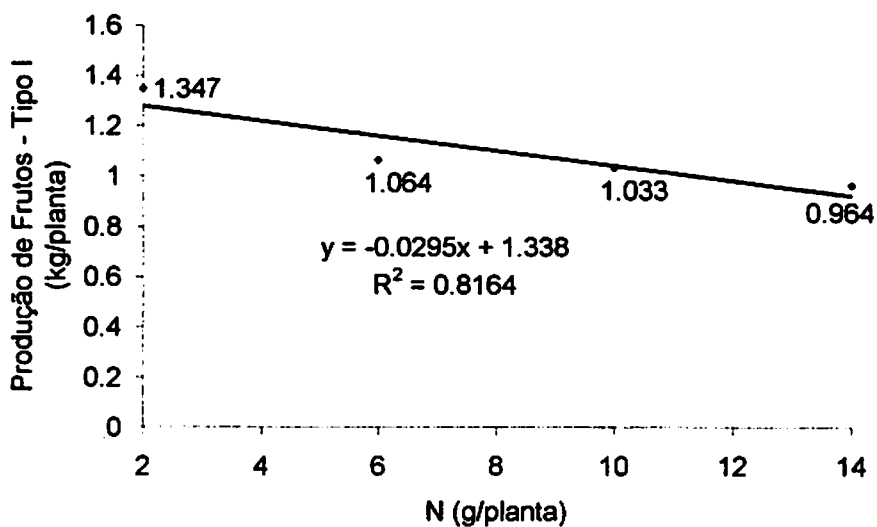


FIGURA 6. Peso fresco e número de frutos de pimentão tipo 1 (12 a 18 cm de comprimento e 7 a 12 cm de diâmetro) em função das doses de N aplicadas em fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

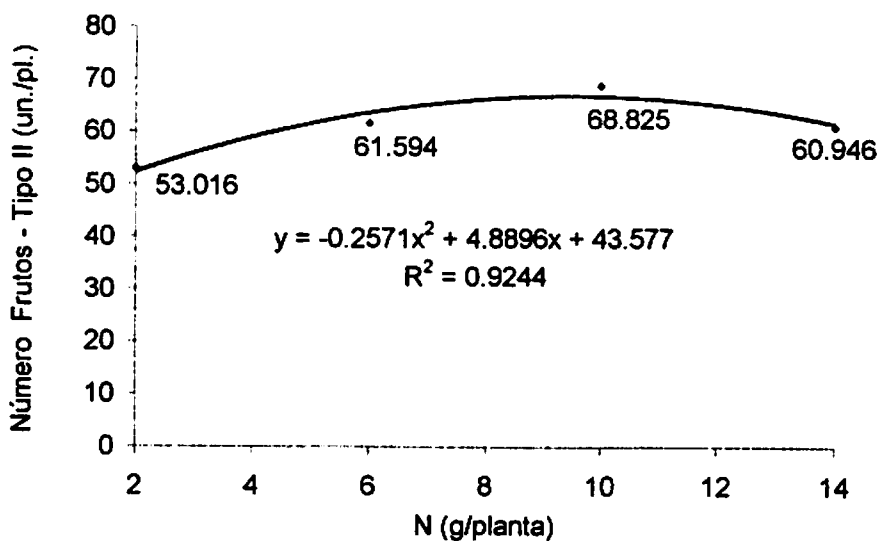
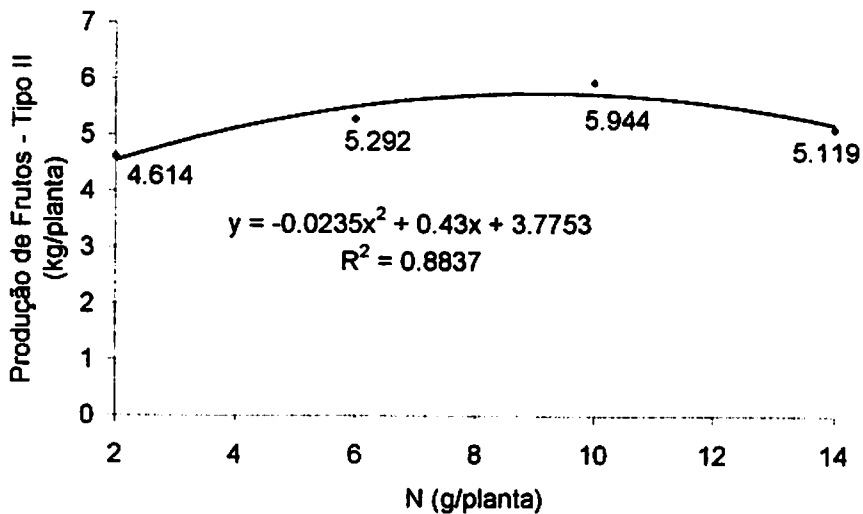


FIGURA 7. Peso fresco e número de frutos de pimentão tipo 2 (17 a 12 cm de comprimento e 4 a 7 cm de diâmetro) em função das doses de N aplicadas em fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

A redução da produção do pimentão de tamanho comercial para a maior dose de N (14 g planta^{-1}) pode ter sido consequência direta do abaixamento do pH (Tabela 9), que tornou disponível hidrogênio e alumínio, além de diminuir o potássio, o cálcio, o magnésio e o enxofre na superfície e em sub-superfície, como foi observado no resultado da análise de solo (Tabela 9), a ser apresentado e discutido adiante. Pode também ter ocorrido a redução da absorção de K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} pela planta em função de forte efeito competitivo do amônio sobre estes cátions (Marschner, 1997), além do efeito tóxico do excesso de N, principalmente na forma de NH_4^+ .

As doses utilizadas de K não causaram diferença significativa na produtividade total do pimentão. Entretanto, quando se avaliou a produtividade por classes, a utilização de $17,6 \text{ g planta}^{-1}$ de K_2O resultou em maior produtividade de frutos tipo 1 (Figura 8). Esse resultado concorda com o de Santos, Klar e Braga (1998), que obtiveram maior produtividade com essa mesma dose, para a cultivar de pimentão Magali-R. A produção diferenciada para frutos tipo 2 e 3 também não foram afetadas pelas doses utilizadas de K.

Oliveira et al. (1980) e Cook e Sanders (1991) também observaram aumento significativo com a utilização de K somente na produção de frutos graúdos. Do mesmo modo, quando Locascio, Olson e Rhoads (1989) trabalharam com tomateiro, as produções comerciais totais do período médio de colheita não foram diferentes, entretanto as produções de frutos extra-grandes foram significativamente maiores com a aplicação parcelada de N e K. Subhani, Ravisankar e Narayana (1990), avaliando efeitos da adubação na cultura do pimentão, atribuíram ao potássio a maior translocação de carboidratos nas plantas, possibilitando o desenvolvimento de frutos maiores. Boaretto et al. (1983) citam que apesar de culturas como o tomateiro e o pimentão serem exigentes em potássio, não é frequente observar respostas marcantes de produção com a aplicação desse elemento no solo.

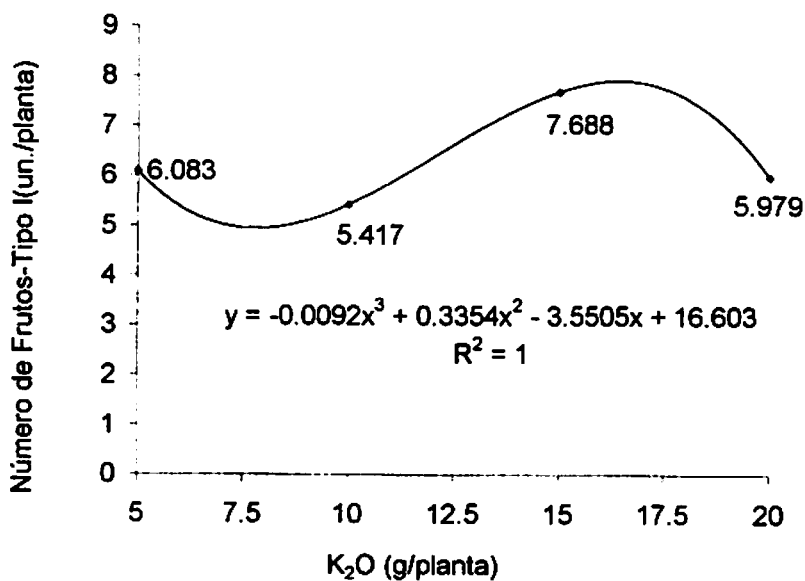
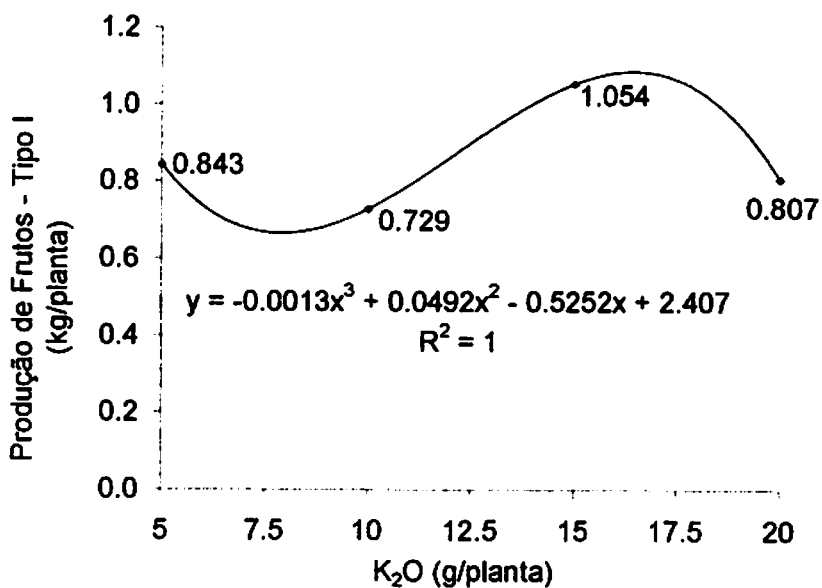


FIGURA 8. Peso fresco e número de frutos de pimentão tipo 1 (12 a 18cm de comprimento e 7 a 12 cm de diâmetro) em função das doses de K₂O aplicadas em fertirrigação. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Considerações Gerais:

Escolheu-se a dose 8,9 g planta⁻¹ de N (maior quantidade de frutos tipo 2), ao invés da dose 2 g planta⁻¹ de N (maior quantidade de frutos tipo 1), em função da quantidade de frutos comerciais (tipo 2) produzidas a mais pela dose 8,9 g, proporcionarem um maior retorno econômico, considerando-se preços atuais, que a quantidade de frutos comerciais (tipo 1), produzidas a mais que a dose 2 g, a saber:

Tipo 1 (Extra AA) – R\$ 0,70 / kg

Tipo 2 (Extra A) – R\$ 0,50 / kg

Tipo 3 (Extra) – R\$ 0,40 / kg

2 g de N / planta - 1,347 kg Tipo 1

8,9 g de N /planta - 1,043 kg Tipo 1

2 g de N / planta: 0,304 kg de pimentão tipo 1 a mais x R\$ 0,70 = + R\$ 0,21/pl.

2 g de N / planta - 4,5413 kg Tipo 2

8,9 g de N /planta - 5,7253 kg Tipo 2

8,9 g de N / pl.: 1,184 kg de pimentão tipo 2 a mais x R\$ 0,50 = + R\$ 0,592/pl.

Conclusão: 8,9 g N/pl. R\$ 0,592 – R\$ 0,21 = R\$ 0,382/pl. a mais x 20 000 pl. =
= R\$ 7.640,00 / ha a mais que a dose 2 g de N/ pl.

A escolha da dose 17,6 g planta⁻¹ de K₂O, que produziu uma maior quantidade de frutos tipo 1, seguiu o mesmo raciocínio, aproveitando-se o maior preço dos frutos tipo 1 já que os outros tratamentos não foram significativos na produção de frutos grandes.

A produção total do tratamento N_3K_3 , (10 g de N e 15 g de K_2O por planta), apesar de não ter sido estatisticamente diferente, foi de 8,573 kg planta⁻¹. Considerando-se 20 000 plantas por hectare, obteve-se a produtividade média de 171,5 t ha⁻¹. Comparando-se a produtividade esperada para um plantio convencional de pimentão, em condições de campo, que segundo Casali e Fontes (1999) é de 30 t ha⁻¹, verifica-se a superioridade do uso da fertirrigação nas condições específicas do experimento, o que possibilitou a produção de 5,7 vezes mais frutos. A produtividade média esperada para a cultura do pimentão, utilizando híbridos, cultivo protegido e fertirrigação, durante 6 meses de colheita, é cerca de 100 t ha⁻¹ (CFSEMG, 1999).

Locascio e Fiskell (1977); Keng, Gardner e Roth (1979); Keng, Scott e Lugo-Lopez (1981); Bhella e Wilcox (1986); Dasberg et al. (1988); Locascio, Olson e Rhoads (1989); Pinto et al. (1991); Kalil (1992); Miranda e Silva (1994), comparando os métodos de fornecimento de nutrientes via convencional e via fertirrigação, observaram sempre a superioridade da fertirrigação em aumentar a produtividade para diversas culturas.

Segundo Hills, Broadbent e Lorenz (1983), o aproveitamento do N aplicado ao solo de forma convencional, pela cultura, é cerca de 50 a 75% a menos, ou ainda menor. Também Allison (1966) cita que é comum as culturas cultivadas recuperarem menos que a metade do fertilizante nitrogenado aplicado.

A superioridade da produção de culturas submetidas a fertirrigação, especialmente por gotejamento, deve-se certamente à disponibilidade de nutrientes, pois a concentração de nutrientes próxima à planta é menos variável. Comparando a aplicação diária de fertilizantes na água de irrigação, por gotejamento e por aspersão, Savig et al. (1979) conseguiram uma produção de 74 e 59 t ha⁻¹ de pimentão, respectivamente. Os autores atribuíram a diferença de produção à disponibilidade de nutrientes, visto que na irrigação por gotejamento, a concentração de nitrato foi menos variável (60 a 150 ppm), enquanto na

irrigação por aspersão, a concentração variou de um nível muito baixo até 300 ppm.

Auxiliando a fertirrigação, além da utilização de irrigação localizada, o uso da cobertura do solo (“mulching”) têm contribuído para diminuir perdas de nutrientes. O “mulching” evita a perda por lixiviação a céu aberto (a maior perda), também evitada pela cobertura das plantas (casa de vegetação), e a perda por volatilização, que não pode ser desprezada. Locascio et al. (1985) demonstraram que o N absorvido do total do N aplicado, no pimentão, em Gainesville, Flórida (EUA), foi de 7,6 a 41,8%, dependendo do “mulching” utilizado e do tratamento de N, sendo que as plantas absorveram 5,5 vezes mais N nos tratamentos cobertos do que nos descobertos. Hochmuth et al. (1987) verificaram que doses maiores que 280 kg ha^{-1} , aplicadas em pimentões na Flórida, resultaram em grandes quantidades de NO_3^- , que permaneceram nos canteiros até o final da colheita. A presença do NO_3^- no solo indicou que a maior parte do fertilizante aplicado não foi usada na produção de frutos de pimentão. Pesquisadores têm demonstrado que o parcelamento da aplicação de N, do uso da fertirrigação, do “mulching” e da irrigação por gotejamento produzem um microclima favorável na zona radicular, aumentando a absorção de N e a produção de pimentão (Locascio et al., 1985).

Por representar uma significativa parcela nos custos de produção, a adubação deve ser feita com a máxima eficiência para resultar na obtenção da produtividade máxima econômica (PME), causando o mínimo de danos ao meio ambiente, obtendo produtos agrícolas com qualidade e evitando o desperdício de recursos naturais não renováveis (Vale, Guedes e Guilherme, 1995). Assim, a recomendação do fertilizante nitrogenado e potássico deve ser 90% da dose que proporcionou a maior produtividade de frutos comerciais, ou seja, $8,0\text{g de N e } 15,8\text{g de K}_2\text{O planta}^{-1}$.

É importante ressaltar a necessidade de calibração do solo, construindo-se classes de fertilidade para a recomendação das doses. A não existência destas classes dificulta sobremaneira o produtor a saber a dose ideal para o seu caso específico, já que realizou diversos cultivos, em ciclos consecutivos, e possui um solo com resíduos de fertilizantes. Pesquisas nesta área, com integração de profissionais de diversas instituições e regiões são extremamente necessárias e muito bem vindas.

6. Conclusão

- Pelas equações de regressão, pode-se concluir que as doses 8,9 g de N e 17,6 g de K₂O planta⁻¹, aplicadas em cobertura, via fertirrigação, são doses que resultaram em maior produção de frutos tipo 2 e tipo 1, respectivamente, do pimentão Fortuna Super F₁. No entanto, a produtividade máxima econômica foi atingida com 8,0g de N e 15,8g de K₂O planta⁻¹.

7. Referências Bibliográficas

- ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. *Advances in agronomy*, New York, v.1, p.219-258, 1966.
- BHELLA, H.S.; WILCOX, G.E. Yield and composition of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen. *HortScience*, Alexandria, v.21, n.1, p.86-88, 1986.
- BOARETTO, A.E.; BULL, L.T.; PIERI, J.C.; CHITOLINA, J.C.; SOARES, E. Doses de potássio na adubação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, MILL.) estaqueado. *Revista Agrícola*, Piracicaba, v.58, p.209-219, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Normais climatológicas 1965-1990*. Brasília, 1991.

- CARBALLO, S.J.; BLANKENSHIP, S.M.; SANDERS, D.C. Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers. *Journal of plant nutrition*, New York, 17(7): 1175-91, 1994.
- CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, C.A.S.; REIS, N.V.B.; FONTES, R. Fatores de evapotranspiração do Tanque Classe A e níveis de fertirrigação com nitrogênio e potássio afetando o cultivo protegido de tomate. Resumo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.1, p.78, maio 1996.
- CASALI, V.W.D.; FONTES, P.C.R. Sugestão para a adubação de diferentes culturas em Minas Gerais – Pimentão. In: CASALI, V.W.D.; FONTES, P.C.R., P.C.R. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**. Viçosa: UFV, 1999. 359p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras, M.G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.
- COOK, W.P.; SANDERS, D.C. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. *HortScience*, Mont Vernon, v.26, n.3, p. 250-252, 1991.
- DASBERG, S.; BAR-AKIVA, A.; SPAZISKY, S.; COHEN, A. Fertigation versus broadcasting in an orange grove. *Fertilizer Research*, Dordrecht, v.15, n.2, p.147-154, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 60p.
- FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação - In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1, Piracicaba, 1993. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p. 227-260.
- HILLS, F.J.; BROADBENT, F.E.; LORENZ, O.Z. Fertilizer nitrogen utilization by corn, tomato and sugarbeet. *Agronomy Journal*, Madison, v.73, n.3, p. 423-426, 1983.

- HOCHMUTH, G.J. Efficiency ranges for nitrate-nitrogen and potassium for vegetable petiole sap quick tests. **Hort Technology**, v.4, n.3, p.218-222, 1994.
- HOCHMUTH, G.J.; SHULER, K.D.; MITCHELL, R.L.; GILREATH, P.R. Nitrogen crop nutrient requirement demonstrations for mulched pepper in Florida. **Proceedings Florida State of Horticultural Society**, Deland, v.100, p.205-209, 1987.
- JACKSON, M.L. **Analises quimico de suelos**. Barcelona: Omega, 1970. 662 p.
- KALIL, A.J.B. **Comparação entre adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e a aplicação convencional na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa: UFV, 1992. 60p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola).
- KANO, R.V.B.C.; LIMA, C.P.; MANETTI, F.A.; FERNANDES, D.M. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional e através da fertirrigação na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 801-802, jul. 2000. (Supl.)
- KENG, J.C.W.; GARDNER, B.R.; ROTH, R.L. Fertilizer management with drip irrigation in an oxisol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, p. 971-980, 1979.
- KENG, J.C.W.; SCOTT, T.W.; LUGO-LOPEZ, M.A. Fertilizer for sweet pepper under drip irrigation in a Oxisol in Northwestern Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v.65, n.2., p.123-128, 1981.
- LOCASCIO, S.J.; FISKELL, J.G.A.; GRAETZ, P.A.; HAUCK, R.D. Nitrogen accumulation by pepper as influenced by mulch and time of fertiliser application. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 110, n. 3, p.325-328, 1985.
- LOCASCIO, S.J.; FISKELL, J.G.A.; MARTIN, F.G. Responses of bell pepper to nitrogen sources. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 106, n.4,p. 628-632, 1981.
- LOCASCIO, S.J.; FISKELL, J.G.A. Pepper production as influenced by mulch, fertilizer placement and nitrogen rate. **Soil and Crop Science Society Florida Proceedings**, Belle Glade, v.36, p. 113-117, 1977.

- LOCASCIO, S.J.; OLSON, S.M.; RHOADS, F.M. Quantidade de água e tempo de aplicação de nitrogênio e potássio, para irrigação por gotejamento em tomate. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.114, n.2, p. 265-268, 1989.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1997. 889 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Nitrogen in the soil and its availability. In: **PRINCIPLES OF PLANT NUTRITION**. Suíça: International Potash Institute, 1987. p.347-384.
- MILLER, C.H.; McCOLLUM, R.E.; CLAIMON, S. Relationship between growth of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 104, n.6, p. 852-857, 1979.
- MIRANDA, F.R.; SILVA, W.L.C. Cultura da melancia sob fertirrigação no projeto Jaiba, Norte de Minas Gerais. **Anais...Águas de São Pedro. Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, n.1, p.92, 1994.
- OLIVEIRA, C.A.S.; CARRIJO, O.A.; OLITTA, F.L.; REIS, N.V.B.; FONTES,R.R. Irrigação por gotejamento e fertirrigação de N e K em tomateiro. In: **SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEJO**, 3, Campinas,1979. **Informe final...San Jose: IICA**, 1980. p. 476-490.
- OLSEN, J.K.; LYONS, P.J.; KELLY, M.M. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, n.1, p. 177-193, 1993.
- PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; PEREIRA, J.R.; CHOUDHURY, E.N.; CHOUDHURY, M.M. Efeitos de períodos e frequências de fertirrigação na cultura do melão. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**, Natal, 1991. **Anais... Natal: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem**, 1991. p. 135-144.

- SANTOS, R.F.; KLAR, A. E.; BRAGA, M.B. Efeitos da aplicação de N-K em irrigação por gotejamento na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em estufa de polietileno. *Anais...XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 1998.
- SAVIG, B. Fertilization and manuring on sprinkler irrigated fields of pepper compared with fertilization via a trickle irrigation system. Agricultural Research Organization, Institute of soil and Water, 1978, 48p. In: *Horticultural Abstract*, Oxion, v.49, n.2, p.104, 1979.
- SILVA, M.A.G. da. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 86p. (Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SOUZA, J.A.de; SOUZA, R.J.de; COLLICCHIO, E.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, H.S. **Instruções práticas para a construção da estufa "Modelo Ana Dias"**. Lavras: UFLA, 1994. 20 p. (Boletim Técnico).
- SUBHANI, P.M.; RAVISANKAR, C.; NARAYANA, N. Effect of graded levels and time of application of N and K₂O on flowering, fruiting and yield of irrigated chilli. *Indian Cocoa-Areca nut and Spices Journal*, v. 14, n.2, p. 70-73, 1990.
- TEDESCO, M.J.; WOLKWEISS, S.T.; BOHNEN, H. **Analises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. (Boletim Técnico, 5).
- TRANI, P.E.; MELO, A.M.T. de; PASSOS, F.A.; TAVARES, M.; NAGAI, H.; SCIVITTARO, W.B. Recomendações de adubação e calagem para as culturas de berinjela, jiló, pimenta-hortícola e pimentão. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. ; FURLANI, A.M.C. (eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 1996. p. 173.
- VALE, F.R.;GUEDES, G.A.A.; GUILHERME, L.R.G. **Manejo da fertilidade do solo**. Lavras: UFLA / FAEPE, 1995. 206 p.
- VILLAS BOAS, R.L.; BOARETTO; A.E.; VITTI, G.C. Aspectos da fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS, 1, Piracicaba, 1993. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p. 283-308.

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fertilizantes e Fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUÍDOS. 1., Piracicaba, 1993. Anais... Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p.261-280.

CAPÍTULO 3

NITROGÊNIO E POTÁSSIO APLICADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO NO TEOR DE MACRO E MICRONUTRIENTES NA CULTURA DO PIMENTÃO cv. FORTUNA SUPER F₁

1. Resumo

Com o objetivo de avaliar os efeitos de N e K, aplicados via fertirrigação, sobre a concentração de macro e micronutrientes, e sua relação com o desenvolvimento e produtividade da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Fortuna Super F₁), em ambiente protegido, foi realizado o presente trabalho. Para a análise do material vegetal foram efetuadas quatro coletas de folhas (90, 150, 210 e 240 dias após o transplântio) e três coletas de frutos (90, 150 e 210 dias após o transplântio) em plantas submetidas aos 16 tratamentos resultantes da combinação fatorial 4 x 4 de doses de N (2,0; 6,0; 10,0; e 14,0 g planta⁻¹ de N) e K (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g planta⁻¹ de K₂O), dispostos em blocos ao acaso. Os teores médios na folha de macro (N: 43,39; P: 2,52; K: 19,52; Ca: 38,74; Mg: 6,19; S: 3,53 g kg⁻¹) e de micronutrientes (Cu: 49,05; Mn: 228,70; Zn: 50,29 e Fe: 963,16 mg kg⁻¹) encontrados ao se utilizar as doses de 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, aplicadas via fertirrigação, podem ser considerados como níveis críticos para a cultura do pimentão cv. Fortuna Super F₁, em ambiente protegido. Observou-se que o aumento da dose do nitrogênio no solo favoreceu o aumento no teor de cálcio na planta e diminuiu o teor de potássio e magnésio; o aumento da dose do potássio no solo prejudicou o aumento no teor de nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo, e o incremento dos nutrientes nitrogênio e potássio, acima da dose de 10g de N e 15g de K₂O planta⁻¹, não aumentou a concentração interna destes nutrientes.

2. Abstract

NITROGEN AND POTASSIUM APPLIED BY FERTIGATION ON THE MACRO AND MICRONUTRIENTS CONCENTRATION TO SWEET PEPPER cv. FORTUNA SUPER F₁ PLANTS

The objective of this trial was to evaluate the effects of application of nitrogen and potassium, by fertigation, on macro and micronutrients concentration and your relation with the sweet pepper, (*Capsicum annuum* L. cv. Fortuna Super F₁), development and yield, in protected environment. The vegetal material analysis was realized by four leaves, (90, 150, 210 e 240 days after transplant), and three fruits colects (90, 150 e 210 days after transplant), of plants submitted to diferent treatments of nitrogen fertigation (2,0; 6,0; 10,0; e 14,0 g of N plant⁻¹) and potassium fertigation (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g of K₂O plant⁻¹). The average results of macro, (N: 43,39; P: 2,52; K: 19,52; Ca: 38,74; Mg: 6,19; S: 3,53 g kg⁻¹), and micronutrients, (Cu: 49,05; Mn: 228,70; Zn: 50,29 e Fe: 963,16 mg kg⁻¹), obtained with the dose 10 g of N and 15 g of K₂O plant⁻¹, aplyed by fertigation, sugest a critical level to each nutrient, of sweet pepper culture cv. "Fortuna Super F₁", in protected environment. It was observed that the increase of nitrogen dose on soil raised the calcium concentration in the plant and decrease the potassium and magnesium; the increase of potassium dose on soil decrease nitrogen, calcium, magnesium and phosphorus concentrations, and the increase of nitrogen and potassium, higher than 10 g of N e 15 g of K₂O plant⁻¹, didn't increase these nutrients internal concentration.

3. Introdução

A análise química das plantas é essencial em estudos de nutrição e adubação, pois permite avaliar as concentrações e as relações de nutrientes nos tecidos, permitindo inferir sobre o estado nutricional das plantas. A análise de plantas, no sentido restrito, significa a determinação da concentração dos elementos ou das frações solúveis destes elementos numa amostra de parte da planta, num certo tempo e estágio de desenvolvimento da cultura (Dechen, Bataglia e Santos, 1995). Os principais objetivos desta análise são: medir a concentração de nutrientes extraídos pelas plantas; avaliar o estado nutricional das plantas; auxiliar na análise e interpretação de resultados experimentais; estimar a disponibilidade de nutrientes no solo e, conseqüentemente, auxiliar na recomendação de adubação, evitando desequilíbrios nutricionais devido ao fornecimento errôneo dos elementos em fertilizações sub ou superestimadas (Jones Jr., Wolf e Mills, 1991).

Segundo Takahashi (1993), a olericultura, quando ocorria de forma nômade, não permitia aos agricultores a observação destes desequilíbrios. Porém, com o uso cada vez mais intensivo do solo, com uma adição maciça de nutrientes e diminuição da matéria orgânica do solo, este fenômeno tornou-se mais freqüente. De acordo com Takazaki e Della Vecchia (1993), os problemas de fertilidade do solo no cultivo nômade e intensivo apresentam características completamente diferentes, com sérias implicações na recomendação do correto uso de fertilizantes e corretivos. No sistema nômade, é comum encontrar solos onde os nutrientes minerais encontram-se em concentrações menores do que aquelas referidas para o cultivo econômico das hortaliças. Por outro lado, no sistema intensivo, é comum encontrar solos com teores elevados de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, porém completamente desbalanceados entre si.

A pesquisa brasileira, na área de nutrição e adubação mineral de hortaliças tem gerado mais conhecimento e resultados para o cultivo nômade de hortaliças. Atualmente, com a facilidade de fornecimento de nutrientes via fertirrigação; com o uso da cobertura do solo (“mulching”) e cobertura das plantas (casa de vegetação), favorecendo o acúmulo de fertilizantes no solo, e com a ânsia do olericultor em obter produtividades cada vez mais elevadas aplicando na maioria das vezes adubações excessivas, corre-se o risco de obter solos salinizados e improdutivos (Takahashi, 1993).

Além de informações geradas para o sistema de cultivo em ambiente protegido, necessita-se ainda de conhecimentos gerados para condições de solo, clima e cultivares disponíveis no Brasil.

Baseado nessas considerações, este trabalho teve como objetivo relacionar as doses dos nutrientes N e K, aplicados via fertirrigação, com a concentração de macro e micronutrientes, desenvolvimento e produtividade da cultura do pimentão, em ambiente protegido.

4. Material e Métodos

4.1. Obtenção e preparo do material vegetal para determinação dos teores de macro e micronutrientes

Folhas:

Foram realizadas quatro coletas de folhas em plantas de pimentão, cultivadas em ambiente protegido, e submetidas a diferentes tratamentos de fertirrigação. Esses foram originados de uma combinação de doses de N (N_1 : 2,0 g; N_2 : 6,0 g; N_3 : 10,0 g; N_4 : 14,0 g planta⁻¹ de N), e de K (K_1 : 5,0 g; K_2 : 10,0 g; K_3 : 15,0 g; K_4 : 20,0 g planta⁻¹ de K_2O).

As quatro coletas foram efetuadas nas seguintes épocas:

- 1ª coleta: entre o primeiro e o segundo mês de produção (90 dias após o transplântio);
- 2ª coleta: entre o terceiro e o quarto mês de produção (150 dias após o transplântio);
- 3ª coleta: entre o quinto e o sexto mês de produção (210 dias após o transplântio);
- 4ª coleta: no final do ciclo (240 dias após o transplântio).

Foram coletadas folhas recém-desenvolvidas da parte mediana da planta, totalizando cerca de 40 folhas por parcela, de cada um dos blocos. As folhas foram separadas por tratamento (misturou-se as folhas dos três blocos), lavadas em água destilada, secas e acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura de aproximadamente 70°C, até o peso tornar-se constante. Após esse procedimento, as amostras foram moídas e acondicionadas em recipientes vedados e identificados. Foram então separadas em duas repetições para efetuar a análise química, no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

O nitrogênio foi determinado através do método semi-micro-Kjeldahl, e o fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco foram determinados no extrato nitroperclórico. Nos extratos o fósforo foi determinado por colorimetria, o potássio por fotometria de chama; o enxofre por turbidimetria e os demais macronutrientes e micronutrientes por espectrometria de absorção atômica, de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). O zinco, o manganês e o cobre foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, no extrato nitroperclórico, conforme descrito pelos autores Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Frutos:

Foram realizadas três coletas de frutos para a análise química:

- 1ª coleta: entre o primeiro e o segundo mês de produção (90 dias após o transplantio);
- 2ª coleta: entre o terceiro e o quarto mês de produção (150 dias após o transplantio);
- 3ª coleta: entre o quinto e o sexto mês de produção (210 dias após o transplantio).

Foram coletados frutos verdes, de tamanho mediano, dois frutos por parcela de cada bloco, ou seja, seis frutos por tratamento. As parcelas foram originadas da diferenciação de níveis de fertirrigação utilizados, citados anteriormente para a análise de folhas.

Os frutos foram lavados em água destilada, secos e picados em pedaços medindo cerca de 0,5 x 0,5 cm, misturando-se os frutos dos três blocos. Esses foram deixados em caixas de papelão por cerca de 10 dias, revirados diariamente para perda de umidade. Após este procedimento foram acondicionados em sacos de papel, colocados em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura de aproximadamente 70°C, até o peso tornar-se constante. As amostras foram então moídas e acondicionadas em recipientes vedados e identificados. Foram separadas em duas repetições para se efetuar a análise química, no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Química da UFLA.

Para a análise química dos frutos foram utilizados os mesmos métodos acima citados para a determinação dos nutrientes nas folhas (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

4.2. Análise estatística

Foram realizadas análises de variância, teste F e análises de regressão relativas às características avaliadas.

5. Resultados e Discussão

5.1. Teores de macro e micronutrientes em folhas e frutos de pimentão fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K₂O

A análise química de órgãos de plantas para fins do diagnóstico do estado nutricional tem por base a suposição de que existe uma relação causal entre o teor de nutriente no órgão amostrado para diagnóstico e a produtividade (Marschner, 1997).

Objetivando estabelecer um nível crítico de macro e micronutrientes para a cultura do pimentão fertirrigada, conduzida em ambiente protegido e com a utilização de “mulching”, elaboraram-se duas tabelas, nas quais são apresentadas as análises químicas de folhas e de frutos, oriundas das diversas coletas do material vegetal da cultura (Tabelas 10 e 11), respectivamente. Para elaborar estas tabelas foram utilizados somente os resultados das análises do tratamento fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, pois foi o que produziu o maior número de frutos comerciais, tipo 2 e tipo 1, respectivamente.

TABELA 10. Teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K_2O planta⁻¹. UFLA, Lavras-MG, 2000.


	1ª coleta (90 d.a.t.)	2ª coleta (150 d.a.t.)	3ª coleta (210 d.a.t.)	4ª coleta (240 d.a.t.)	Média das 4 coletas
N	53,73	48,73	39,93	31,17	43,39
P	2,32	3,13	2,79	1,85	2,52
K	32,07	9,38	12,14	24,49	19,52
Ca	37,25	29,41	63,86	24,43	38,74
Mg	5,65	5,35	6,07	7,67	6,19
S	3,44	3,20	3,20	4,27	3,53
Cu	32,32	49,9	33,01	80,97	49,05
Mn	323,76	174,99	182,11	233,93	228,70
Zn	43,02	59,43	52,57	46,14	50,29
Fe	646,04	388,93	1039,5	1778,15	963,16

*d.a.t.= dias após transplântio

TABELA 11. Teores de macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão fertirrigado com 10 g de N e 15 g de K_2O planta⁻¹. UFLA, Lavras-MG, 2000.

	1ª coleta (90 d.a.t.)	2ª coleta (150 d.a.t.)	3ª coleta (210 d.a.t.)	Média das 3 coletas
N	23,4	22,5	21,2	22,4
P	3,4	2,9	3,3	3,2
K	26,9	28,0	28,2	27,7
Ca	1,4	1,4	3,6	2,1
Mg	1,8	1,5	1,5	1,6
S	2,3	2,5	2,2	2,3
Cu	8,70	11,65	10,60	10,32
Mn	25,30	24,15	16,25	21,90
Zn	28,40	25,25	28,95	27,53
Fe	221,90	420,50	469,20	370,53

*d.a.t.= dias após transplântio



A concentração dos nutrientes nos frutos de pimentão, em ordem decrescente, foi K, N, P, S, Ca e Mg (Tabela 11), resultado que concorda com Negreiros (1995), Haag, Homa e Kimoto (1970), Fernandes (1971) e Miller, McCollum e Claimon (1979). Quando se considera a concentração encontrada nas folhas, entretanto, a ordem é diferente: N, Ca, K, Mg, S e P. As folhas concentraram mais N, Ca e Mg em relação aos frutos, e os frutos mais P e K. Estes resultados concordam com Miller, McCollum e Claimon (1979), exceção do N, que o autor encontrou em maior concentração nos frutos. O total de K (58,7 %) e P (55,9 %), encontrados nos frutos em relação às folhas, estão próximos dos valores observados por Olsen, Lyons e Kelly (1993), que encontraram de 40 - 64 % de K e 49 - 76 % de P em frutos de pimentão fertirrigados, em cultivos na primavera e no outono, respectivamente. O acúmulo de nitrogênio, de fósforo e de potássio ocorrem em teores similares tanto na parte vegetativa quanto nos frutos. Entretanto, somente 5,14% do cálcio e 20,54% do magnésio se encontram nos frutos. O mesmo foi observado pelos autores Haag, Homa e Kimoto (1970), Fernandes (1971) e Miller, McCollum e Claimon (1979), que encontraram, nos frutos, somente 6 % do cálcio e 17 % do magnésio do total absorvido pelas plantas. Olsen, Lyons e Kelly (1993), trabalhando com nutrição de pimentão na Austrália, também observaram a pequena quantia de cálcio em frutos (6 a 7 %), quando comparadas com outras partes vegetais. O fato reflete a imobilidade deste nutriente no floema e o fato do cálcio compor produtos de baixa solubilidade, quando comparado com a alta mobilidade do N, P e K.

Comparando os teores foliares considerados adequados por diferentes autores e os teores determinados nas folhas do pimentão do presente experimento, pode-se afirmar que a cultura esteve adequadamente nutrida em macronutrientes (Tabela 10).

O valor de N encontrado nas folhas do pimentão foi de $43,4 \text{ g kg}^{-1}$ durante o período produtivo. Segundo Thomas e Heilman (1964), a produção de pimentão está altamente associada com o teor de N nas folhas. Estes autores definiram o nível crítico de N em 40 g kg^{-1} nos tecidos de folhas completamente desenvolvidas, em plantas no início do florescimento.

Os valores de N diminuíram nas folhas do pimentão, desde a primeira até a última coleta (Tabela 10). Este decréscimo ocorreu provavelmente devido ao aumento do número de flores e frutos em razão da competição por nitrogênio e produtos assimilados, já que ele participa de constituintes importantes das flores e dos frutos em formação (Marschner, 1997).

Haag, Homa e Kimoto (1970) demonstraram que, no aparecimento dos primeiros frutos, os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, na matéria seca da parte vegetativa das plantas de pimentão, devem ser, respectivamente, 29,7; 3,0; 35,0; 18,4; 2,3 e $4,5 \text{ g kg}^{-1}$. Valores similares foram encontrados nesse trabalho para P, K e S (2,32; 32,07 e $3,44 \text{ g kg}^{-1}$), no primeiro mês de colheita, mas o teor de N, Ca e Mg foi maior (53,73; 37,25 e $5,65 \text{ g kg}^{-1}$), o que pode ter sido ocasionado pela utilização de um híbrido com maior capacidade de absorver nutrientes. O maior teor de N certamente se deu em função da planta receber esse nutriente via fertirrigação, prontamente disponível, além desse não ter sofrido lixiviação devido ao uso de cobertura plástica das plantas (casa de vegetação) e do solo ("mulching") e pelo uso da irrigação controlada.

Os teores de $2,52 \text{ g kg}^{-1}$ de P e de $3,53 \text{ g kg}^{-1}$ de S encontrados nesse experimento concordam com os teores sugeridos por Malavolta (1987) e também com os sugeridos pela CFSEMG (1999). O teor de P também está de acordo com o sugerido por Swiader e Morse (1982), que relacionaram o teor de $2,28 \text{ g kg}^{-1}$ em folhas com as mais altas produções de pimentão. Quanto aos teores de N ($43,39 \text{ g kg}^{-1}$) e de Mg ($6,19 \text{ g kg}^{-1}$) encontrados nas folhas de pimentão, estão dentro do limite proposto por Jones Jr., Wolf e Mills (1991), os

quais citam que no período compreendido do início do florescimento a um terço do final do ciclo, concentrações suficientes nas folhas, em relação a matéria seca, oscilam entre 40-60 g kg⁻¹ para o N e 3-10 g kg⁻¹ para o Mg.

Segundo Trani et al. (1996), as faixas de micronutrientes, em folhas de pimentão, consideradas adequadas são (mg kg⁻¹): Cu=8-20; Fe=50-300; Mn=30-250; Zn=30-100. Pelos teores médios encontrados nas folhas do pimentão fertirrigado com as doses de 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, observados na Tabela 11, pode-se estabelecer uma comparação. O micronutriente cobre (49,05 mg kg⁻¹) encontra-se acima da faixa citada pelos autores (8 a 20 mg kg⁻¹), certamente devido à constante aplicação de fungicidas à base deste nutriente nas plantas durante o experimento.

O ferro foi o micronutriente mais abundantemente absorvido (963, 16 mg kg⁻¹), certamente devido à sua disponibilidade no solo antes de iniciarem as adubações na área experimental, que era de 24,20 mg dm⁻³, de 0 a 20 cm de profundidade, e 27,10 mg dm⁻³, de 20 a 40 cm de profundidade; considerado como teor médio, segundo a CFSEMG (1999). Durante o experimento, as fertirrigações nitrogenadas provocaram o declínio do pH. A cada unidade que o pH diminui, aumenta em mil vezes a disponibilidade de ferro para a planta (Vale, Guilherme e Guedes, 1995). No final do experimento, o pH no tratamento avaliado (fertirrigação de 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹), chamado de N₃K₃, encontrava-se em 5,1 e 5,0 (0-20 e 20-40 cm de profundidade), pH considerado baixo (CFSEMG, 1999).

O manganês e o zinco encontram-se dentro de uma faixa normal, segundo Trani et al. (1996). A média destes nutrientes nas plantas de pimentão foi de 228,70 e 50,29 mg kg⁻¹, respectivamente (Tabela 10), e segundo os autores pode se encontrar de 30 a 250 e de 30 a 100 mg planta⁻¹ na respectiva cultura.

5.2. Teores de macronutrientes em folhas e frutos de pimentão em função das diversas doses de N e K utilizadas em fertirrigação

Tentou-se estabelecer tendências de acréscimo ou decréscimo dos macronutrientes nas folhas e frutos de pimentão observando-se a flutuação dos mesmos em função das diferentes doses utilizadas em fertirrigação, tanto no tratamento nitrogenado quanto no potássico.

A inexistência de uma resposta com crescimento linear ou quadrático em alguns dos gráficos dificultou a interpretação desses. Em outros, devido à ausência de modelos matemáticos que explicassem a oscilação dos dados, foi necessário recorrer à simples demonstração destes em superfícies de resposta, muitas vezes irregulares e sem tendência de crescimento ou diminuição coerentes com a aplicação dos fertilizantes no solo.

Número insuficiente de repetições ou o próprio uso de pseudo-repetições, ou práticas culturais como a aplicação de nutrientes na parte aérea da planta, realizada semanalmente, podem ter influenciado negativamente a obtenção dos dados observados.

Alguns resultados do teor de nutrientes nas folhas e frutos variam em função da época de amostragem. A planta foi analisada em diversas fases do seu período produtivo, os quais, com certeza, influenciaram os teores de nutrientes das folhas e frutos, pois são fases com demandas distintas pela planta e com redistribuição também diferente para os frutos em função da própria carga produtiva da planta no momento da análise. De acordo com Faquin (1994), a extração dos nutrientes do solo pelas plantas não se faz nas mesmas quantidades durante seus vários estádios de crescimento, tanto para as culturas anuais quanto para as perenes.

quais citam que no período compreendido do início do florescimento a um terço do final do ciclo, concentrações suficientes nas folhas, em relação a matéria seca, oscilam entre 40-60 g kg⁻¹ para o N e 3-10 g kg⁻¹ para o Mg.

Segundo Trani et al. (1996), as faixas de micronutrientes, em folhas de pimentão, consideradas adequadas são (mg kg⁻¹): Cu=8-20; Fe=50-300; Mn=30-250; Zn=30-100. Pelos teores médios encontrados nas folhas do pimentão fertirrigado com as doses de 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, observados na Tabela 11, pode-se estabelecer uma comparação. O micronutriente cobre (49,05 mg kg⁻¹) encontra-se acima da faixa citada pelos autores (8 a 20 mg kg⁻¹), certamente devido à constante aplicação de fungicidas à base deste nutriente nas plantas durante o experimento.

O ferro foi o micronutriente mais abundantemente absorvido (963, 16 mg kg⁻¹), certamente devido à sua disponibilidade no solo antes de iniciarem as adubações na área experimental, que era de 24,20 mg dm⁻³, de 0 a 20 cm de profundidade, e 27,10 mg dm⁻³, de 20 a 40 cm de profundidade; considerado como teor médio, segundo a CFSEMG (1999). Durante o experimento, as fertirrigações nitrogenadas provocaram o declínio do pH. A cada unidade que o pH diminui, aumenta em mil vezes a disponibilidade de ferro para a planta (Vale, Guilherme e Guedes, 1995). No final do experimento, o pH no tratamento avaliado (fertirrigação de 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹), chamado de N₃K₃, encontrava-se em 5,1 e 5,0 (0-20 e 20-40 cm de profundidade), pH considerado baixo (CFSEMG, 1999).

O manganês e o zinco encontram-se dentro de uma faixa normal, segundo Trani et al. (1996). A média destes nutrientes nas plantas de pimentão foi de 228,70 e 50,29 mg kg⁻¹, respectivamente (Tabela 10), e segundo os autores pode se encontrar de 30 a 250 e de 30 a 100 mg planta⁻¹ na respectiva cultura.

5.2. Teores de macronutrientes em folhas e frutos de pimentão em função das diversas doses de N e K utilizadas em fertirrigação

Tentou-se estabelecer tendências de acréscimo ou decréscimo dos macronutrientes nas folhas e frutos de pimentão observando-se a flutuação dos mesmos em função das diferentes doses utilizadas em fertirrigação, tanto no tratamento nitrogenado quanto no potássico.

A inexistência de uma resposta com crescimento linear ou quadrático em alguns dos gráficos dificultou a interpretação desses. Em outros, devido à ausência de modelos matemáticos que explicassem a oscilação dos dados, foi necessário recorrer à simples demonstração destes em superfícies de resposta, muitas vezes irregulares e sem tendência de crescimento ou diminuição coerentes com a aplicação dos fertilizantes no solo.

Número insuficiente de repetições ou o próprio uso de pseudo-repetições, ou práticas culturais como a aplicação de nutrientes na parte aérea da planta, realizada semanalmente, podem ter influenciado negativamente a obtenção dos dados observados.

Alguns resultados do teor de nutrientes nas folhas e frutos variam em função da época de amostragem. A planta foi analisada em diversas fases do seu período produtivo, os quais, com certeza, influenciaram os teores de nutrientes das folhas e frutos, pois são fases com demandas distintas pela planta e com redistribuição também diferente para os frutos em função da própria carga produtiva da planta no momento da análise. De acordo com Faquin (1994), a extração dos nutrientes do solo pelas plantas não se faz nas mesmas quantidades durante seus vários estádios de crescimento, tanto para as culturas anuais quanto para as perenes.

5.2.1. Nitrogênio

Para o nitrogênio (Figuras 9 e 10) na primeira e quarta coleta de material vegetal, pode-se observar que este diminuiu sua concentração nas folhas com o aumento da dose de N, porém isto ocorreu associado ao aumento da dose de K_2O , podendo indicar competição entre cátions amônio (NH_4^+) e potássio (K^+), apesar do NH_4^+ competir mais com o K^+ do que o contrário, já que o amônio pode sofrer deprotonação, perdendo um H^+ , se transformando em NH_3 antes de ser absorvido (Marschner, 1997). Pode ter ocorrido, também, competição dos ânions cloreto com os ânions nitrato pelos sítios de absorção e de transporte na planta. Segundo Pessarakli e Tucker (1988), altas concentrações de cloreto em solução prejudicam a absorção de nutrientes, principalmente o N, devido à inibição competitiva entre os ânions cloreto e nitrato. Sampaio (1996) observou diminuição no teor de nitrato em pecíolos de tomateiro com o aumento do cloreto de potássio no solo. O efeito salino do cloreto de potássio, aplicado em doses elevadas no solo, também pode ter restringido o desenvolvimento radicular das plantas, prejudicando a absorção de N. De acordo com Marschner (1986), altas concentrações de sais em solução aumentam a pressão osmótica e diminuem o potencial de água do solo. Neste caso, há prejuízo no desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, na absorção de nutrientes.

As reduções das concentrações de nitrogênio nas folhas com o aumento das doses de potássio podem também ser atribuídas ao efeito de diluição na planta (Daliparthi et al., 1994), já que doses elevadas de potássio causaram maior produção de frutos tipo 1 e maior produção de matéria seca nas plantas.

Outra hipótese que pode explicar o por quê do nitrogênio interno não aumentar com o aumento do nitrogênio no solo, é o mecanismo de retroalimentação negativa. De acordo com Marschner (1986) o nitrato é acumulado nos vacúolos de células radiculares, ou transportado pelo caule até as

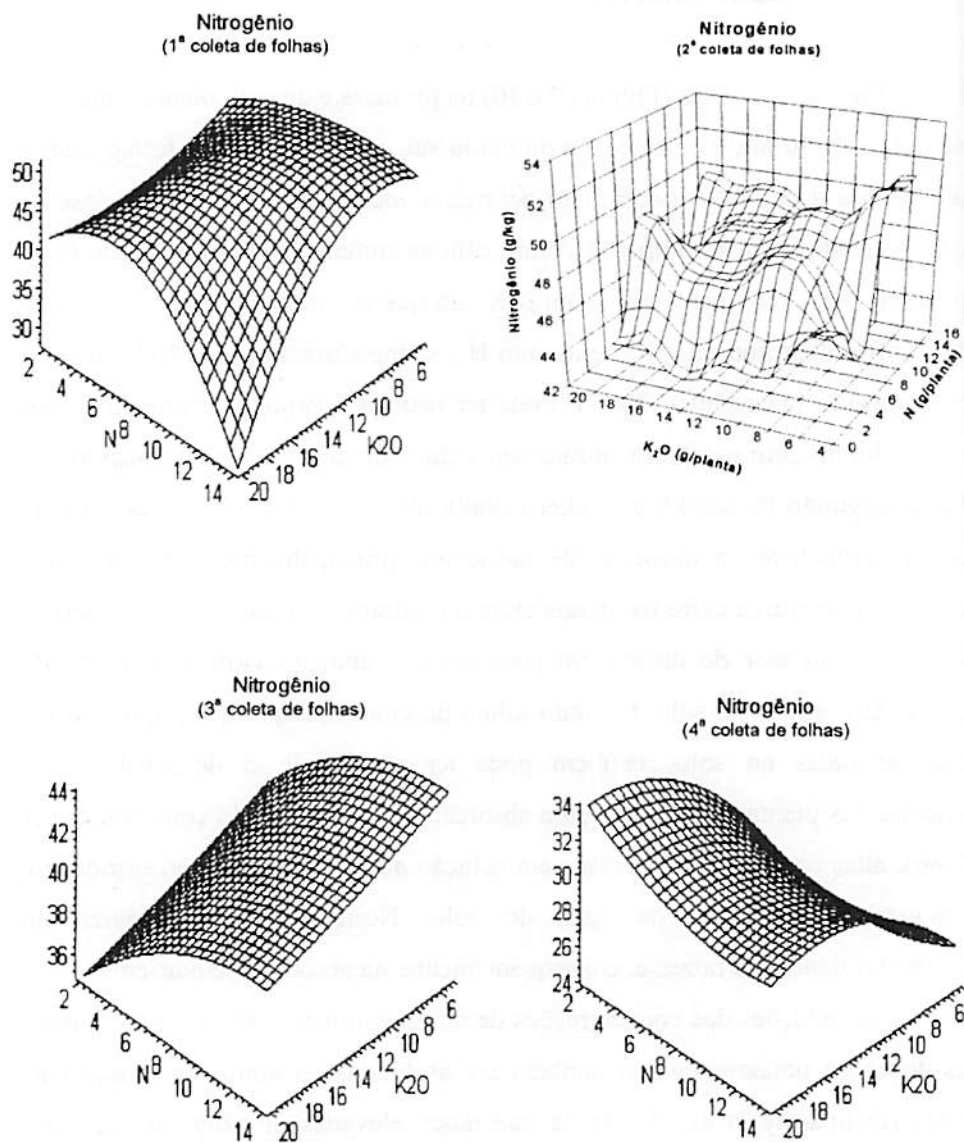
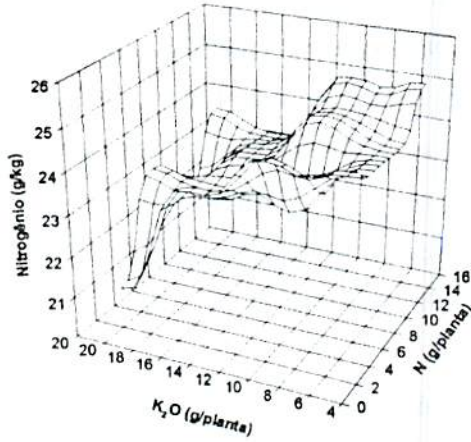
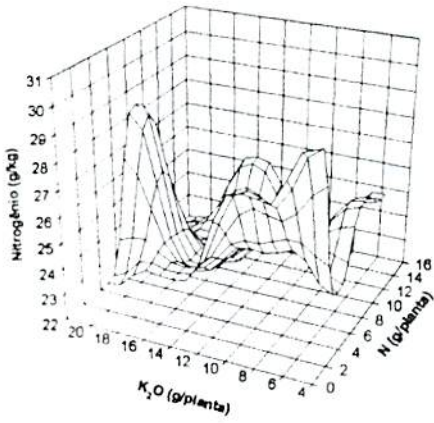


FIGURA 9. Teor de nitrogênio (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplante (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Nitrogênio
(1ª coleta de frutos)



Nitrogênio
(2ª coleta de frutos)



Nitrogênio
(3ª coleta de frutos)

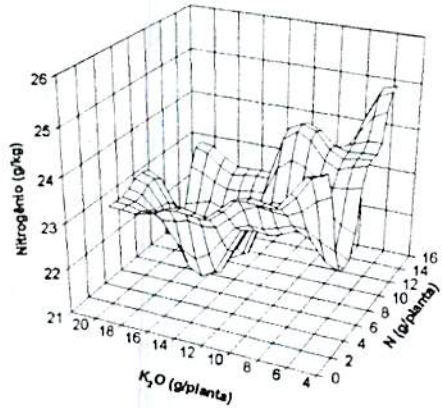


FIGURA 10. Teor de nitrogênio (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplante (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

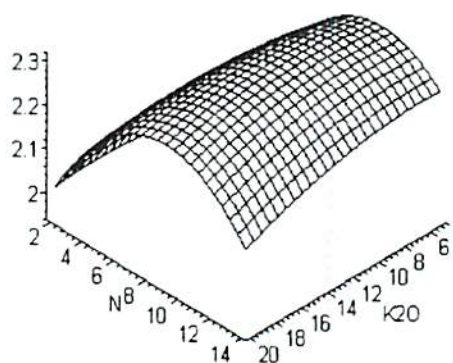
folhas, até o ponto que passa a atuar este mecanismo, que controla a taxa de absorção. Para o autor este controle pode ser exercido pelo nitrogênio reduzido ou pela própria forma nítrica.

Coincidindo com a redução de N nas folhas, na primeira coleta observa-se o aumento de N nos frutos, com o aumento da dose de N e queda da dose de K_2O aplicada no solo. Isso pode indicar a redistribuição deste elemento da folha, de acordo com uma prioridade da cultura, que é justamente a produção dos primeiros frutos. Na 2ª e na 3ª coleta de folhas já se observa o aumento de N nas folhas com o aumento de N e redução de K_2O aplicados no solo.

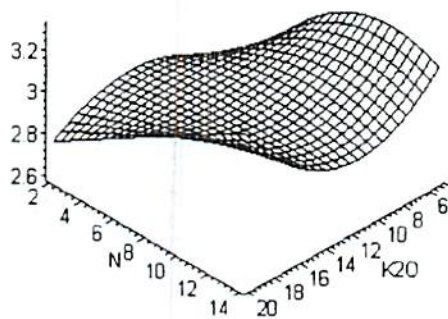
5.2.2. Fósforo

Quanto ao fósforo (Figuras 11 e 12), em algumas épocas de coleta do material vegetal houve uma tendência de aumento desse nutriente nas folhas com o aumento do N fornecido no solo. Na 1ª coleta, o aumento se deu com o fornecimento de N até a dose de 8 g planta^{-1} . Na 3ª e 4ª coletas, o aumento do fósforo ocorreu com um nível mais baixo de K_2O , porém com aumento no fornecimento do N. Já é conhecido o efeito sinérgico existente entre o nitrogênio e o fósforo. Existe também o efeito do N aplicado ao solo, causando a diminuição do pH, que no caso foi de 5,53 e 4,18 nos tratamentos com menor dose de N e com a dose mais elevada desse elemento, respectivamente. O pH baixo aumenta ligeiramente a disponibilidade de P no solo (Marschner, 1997). Thomas e Heilman (1964) verificaram que com a aplicação de N, ocorreu maior absorção de P pela planta. Porém, quando se quantifica o elemento fósforo nos frutos, nesse trabalho constata-se a sua diminuição à medida que aumenta a quantidade de N aplicada ao solo. É possível que isto tenha ocorrido devido ao estímulo que o aumento na quantidade de N aplicada provoca na produção de folhas, haja vista que o maior acúmulo de matéria seca ocorreu quando foram

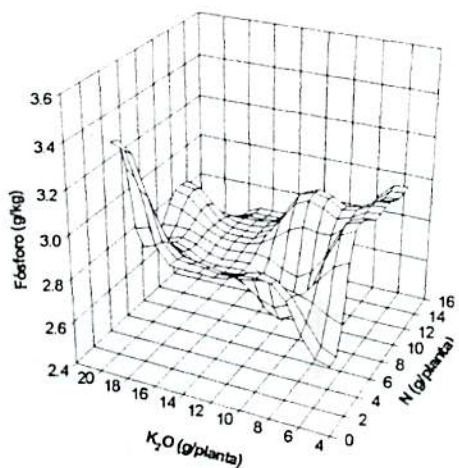
Fósforo
(1ª coleta de folhas)



Fósforo
(2ª coleta de folhas)



Fósforo
(3ª coleta de folhas)



Fósforo
(4ª coleta de folhas)

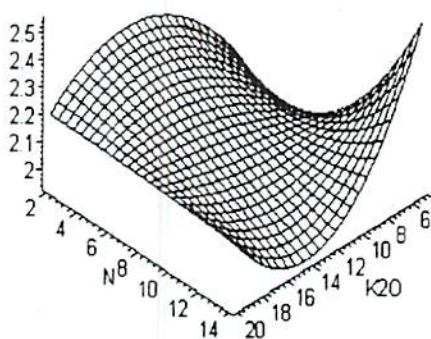
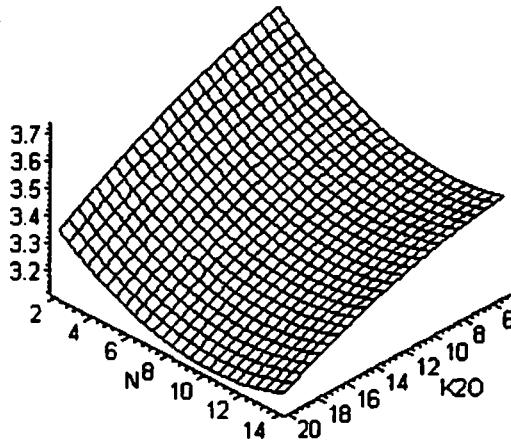
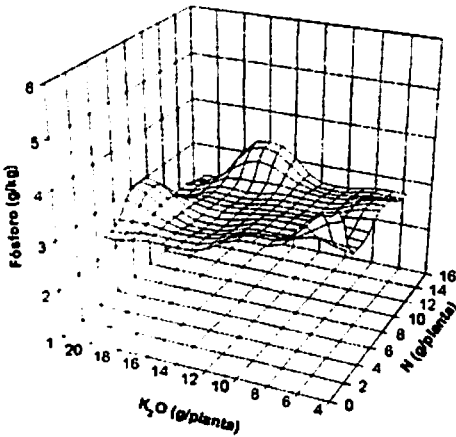


FIGURA 11. Teor de fósforo (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplante (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fósforo
(1ª coleta de frutos)



Fósforo
(2ª coleta de frutos)



Fósforo
(3ª coleta de frutos)

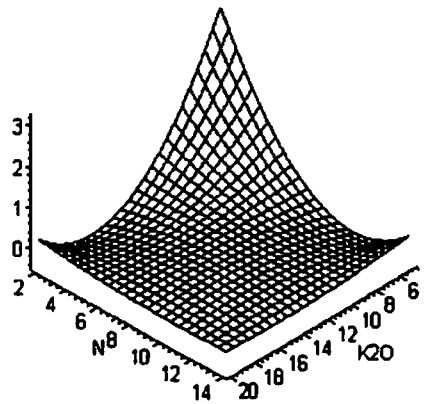


FIGURA 12. Teor de fósforo (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

aplicadas 10 g de N planta⁻¹. Provavelmente, o aumento na produção de folhas estaria concorrendo com os frutos em relação à distribuição do fósforo. Thomas e Heilman (1964) também observaram, em cultivo protegido, que a aplicação de N diminuiu a concentração de P nas folhas, efeito associado a um maior crescimento das plantas de pimentão.

Quando se diminuiu a quantidade de K₂O no solo, observou-se um significativo aumento do nível de fósforo nas folhas e nos frutos. Isso certamente ocorreu devido às maiores quantidades de K₂O aplicadas (20 e 15 g planta⁻¹) estarem também correlacionadas às maiores quantidades de matéria seca das plantas e de frutos produzidos, respectivamente. Nesse caso, ambos estariam contribuindo para diluir o fósforo para os respectivos drenos.

Quantidades elevadas de cloreto de potássio podem também ter dificultado a absorção de P como consequência da interferência da salinidade, causada por esse fertilizante, no desenvolvimento de raízes. O movimento do P no solo é principalmente por difusão, caminhando a curtas distâncias e necessitando, por isso, uma maior extensão do sistema radicular para haver maior proximidade do nutriente e melhor absorção pelas raízes. Malavolta et al. (1984), Gomes et al. (1996) e Silva (1998) obtiveram redução no teor foliar de P devido à presença de cloro em solução.

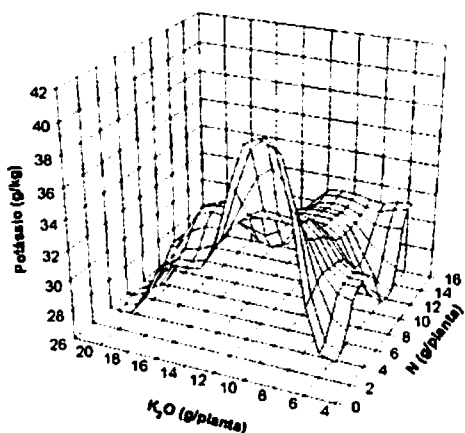
5.2.3. Potássio

Houve uma tendência de aumento do potássio (Figuras 13 e 14) na 1^a, 3^a e 4^a coletas, nas folhas, e na 1^a coleta nos frutos, à medida que aumentou a dose de K₂O até as doses de 10 ou 12 g de N e 16 ou 18 g de K₂O planta⁻¹. A absorção do nutriente é regulada pela concentração interna na planta, dependendo do “status” nutricional desta. Por isto, as doses elevadas de K⁺ não aumentam o conteúdo deste internamente na planta. Níveis elevados de NH₄⁺

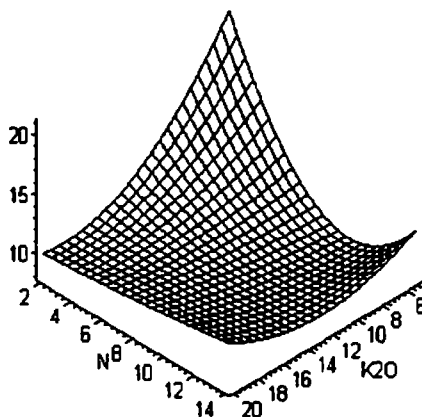
competem com K^+ pelos sítios de absorção na membrana plasmática (Marschner, 1997). Além do pH baixo, provocado pela dose elevada de nitrogênio, diminuir a absorção de potássio em função do aumento de íons H^+ , causa também o efluxo de K^+ (Marschner, 1997), pois as membranas ficam mais permeáveis devido à substituição do Ca^{++} por H^+ (Faquin, 1994).

Olsen, Lyons e Kelly (1993), trabalhando com nutrição de pimentão na Austrália, também observaram o aumento da absorção de potássio com o aumento da aplicação de N. Nesse trabalho ocorreu o inverso na 2ª coleta, tanto nas folhas quanto nos frutos, que também tiveram decréscimo de potássio na terceira coleta (com N não muito elevado), mesmo com o aumento desse elemento no solo. Pode-se inferir que na 1ª e 4ª coleta de folhas e 1ª de frutos o potássio absorvido estava todo disponível para se concentrar nas folhas e frutos, pela quantidade menor de frutos que se produz no início e final do ciclo produtivo da cultura. Na 2ª coleta de folhas e 2ª e 3ª coleta de frutos, quando a produção de frutos é maior, aumentaram os drenos e provavelmente o nutriente foi diminuído.

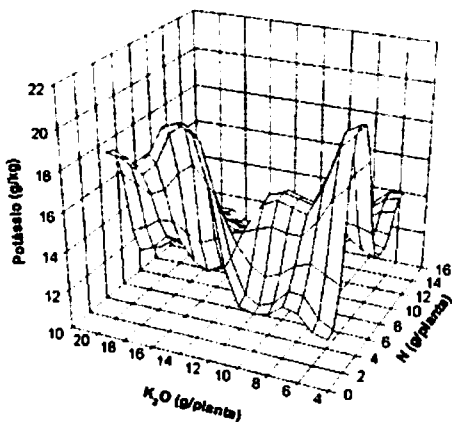
Potássio
(1ª coleta de folhas)



Potássio
(2ª coleta de folhas)



Potássio
(3ª coleta de folhas)



Potássio
(4ª coleta de folhas)

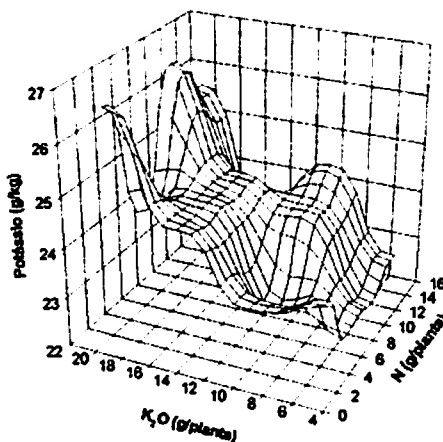
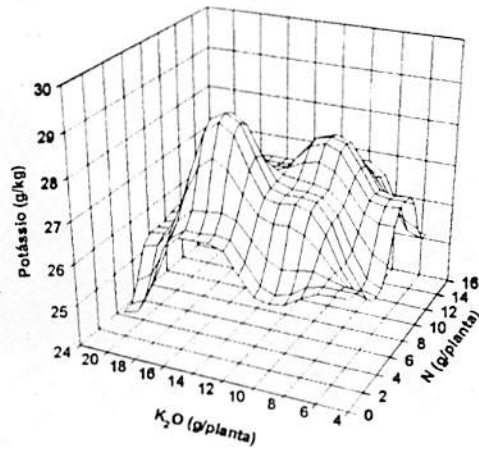
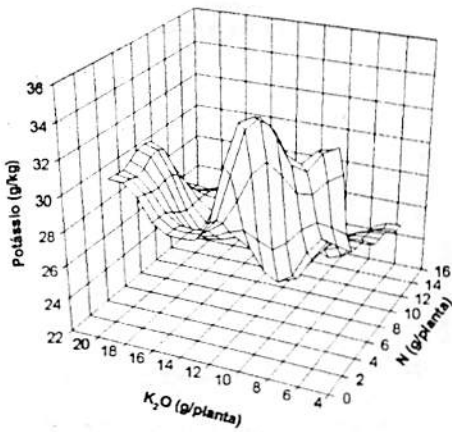


FIGURA 13. Teor de potássio (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Potássio
(1ª coleta de frutos)



Potássio
(2ª coleta de frutos)



Potássio
(3ª coleta de frutos)

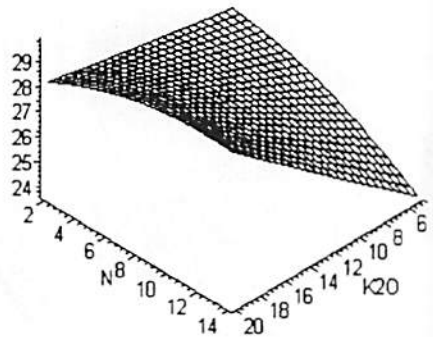


FIGURA 14. Teor de potássio (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

5.2.4. Cálcio

O teor de cálcio em folhas e frutos foi afetado positivamente pelo aumento da dose de N no solo, em todas as coletas, e afetado negativamente pelo aumento da dose de K_2O (Figuras 15 e 16). Olsen, Lyons e Kelly (1993) também detectaram o aumento da absorção de cálcio com o aumento da aplicação de N, em plantas de pimentão. Segundo Mengel e Kirkby (1987), a absorção de cálcio é estimulada por nitrato e deprimida por amônio. O cátion K^+ certamente competiu com o Ca^{++} quando se encontrava em elevadas concentrações no solo. O rápido transporte de K^+ através da membrana plasmática pode deprimir a absorção de cátions de mais lenta absorção, como o Ca^{++} e o Mg^{++} (Marschner, 1997). Pode também ter ocorrido o efeito de diluição do cálcio com a maior produção de matéria seca das plantas e maior produção de frutos grandes, proporcionadas pela maior fertilização potássica. A salinidade provocada pela aplicação do KCl pode ter influenciado negativamente a formação do sistema radicular da planta, provocando uma menor absorção do elemento cálcio. Silva (1998), cita que a aplicação de cloreto de potássio também diminuiu o teor de Ca em plantas de pimentão.

5.2.5. Magnésio

O aumento de N e de K_2O no solo prejudicou o teor de magnésio nas folhas e frutos, em todas as coletas (Figuras 17 e 18), provavelmente devido à competição dos íons NH_4^+ e K^+ com o Mg^{++} pelos sítios de absorção na raiz e do pH baixo (alto N), que prejudica a captação do elemento pela planta (Marschner, 1997).

Sampaio (1996), observou o decréscimo de magnésio no solo com o aumento de doses de potássio quando forneceu potássio via fertirrigação a

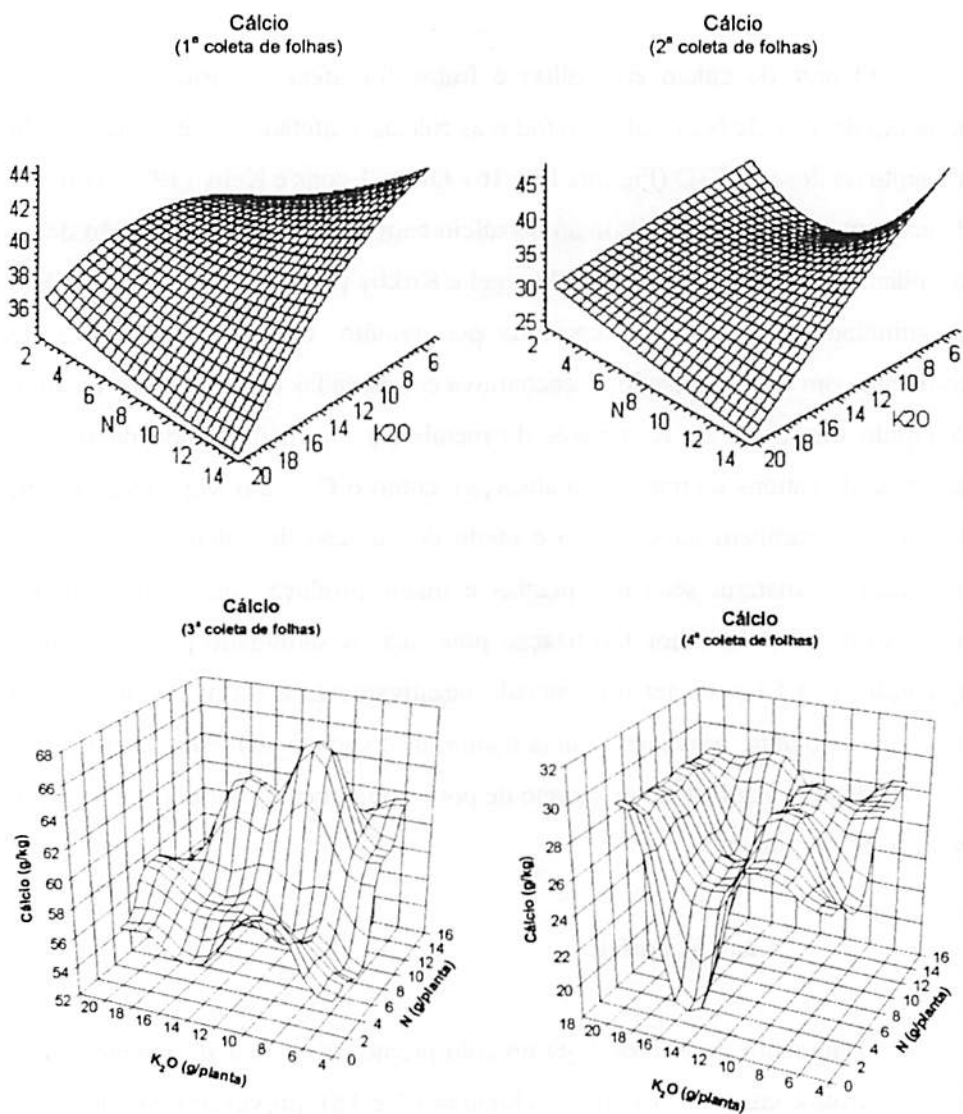
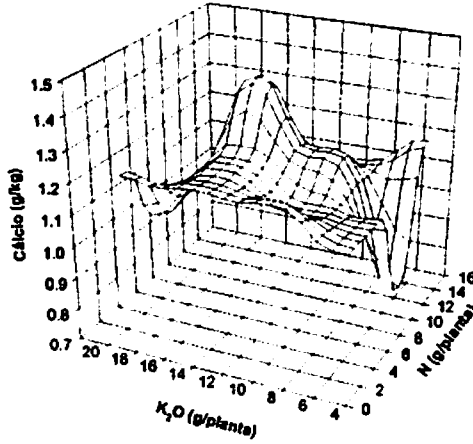
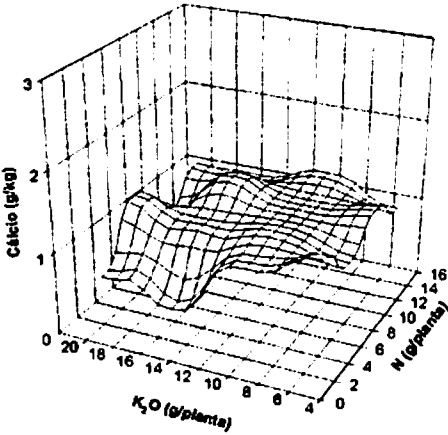


FIGURA 15. Teor de cálcio (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplante (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Cálcio
(1ª coleta de frutos)



Cálcio
(2ª coleta de frutos)



Cálcio
(3ª coleta de frutos)

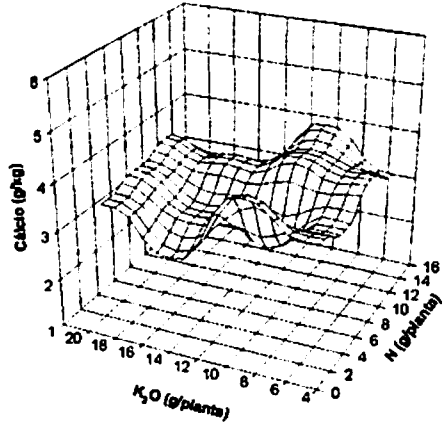
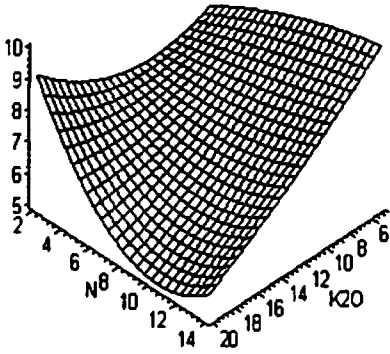
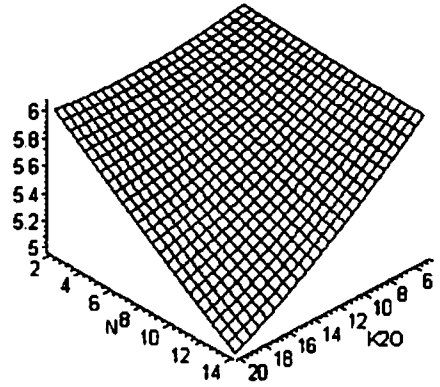


FIGURA 16. Teor de cálcio ($g\ kg^{-1}$) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

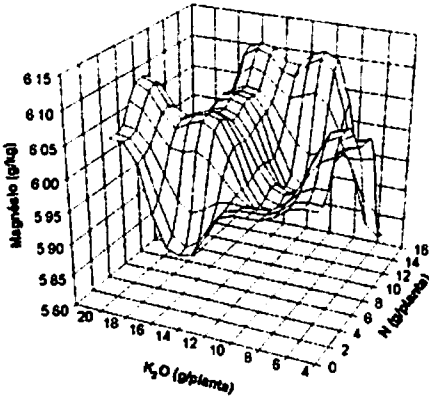
Magnésio
(1ª coleta de folhas)



Magnésio
(2ª coleta de folhas)



Magnésio
(3ª coleta de folhas)



Magnésio
(4ª coleta de folhas)

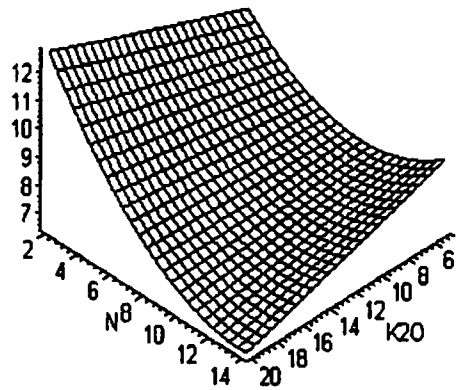
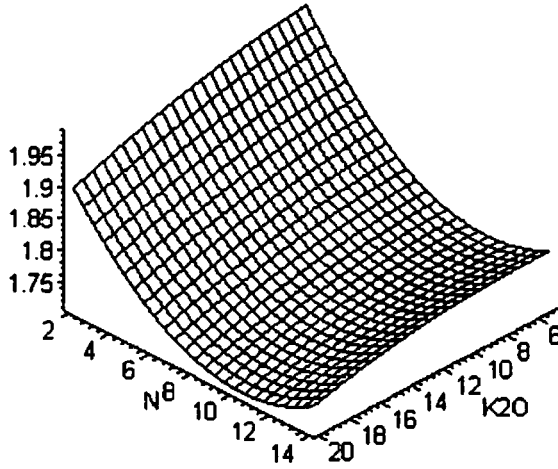
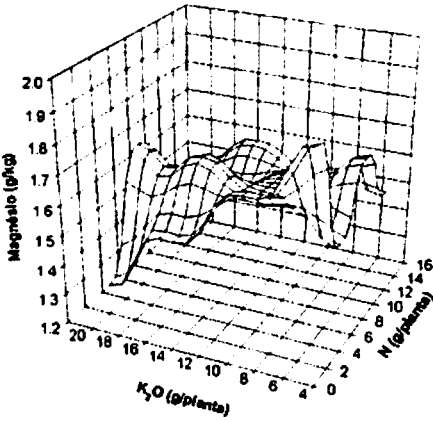


FIGURA 17. Teor de magnésio (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplante (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Magnésio
(1ª coleta de frutos)



Magnésio
(2ª coleta de frutos)



Magnésio
(3ª coleta de frutos)

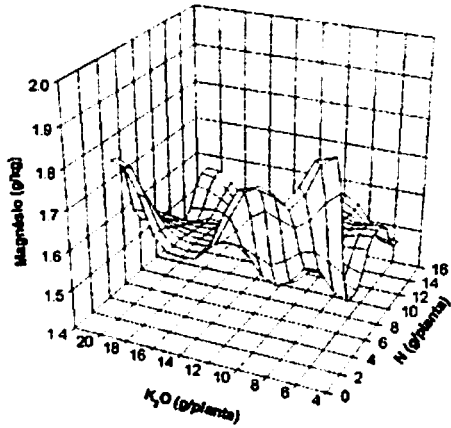


FIGURA 18. Teor de magnésio (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

plantas de tomate. O teor de magnésio no pecíolo do tomateiro diminuiu linearmente com as doses maiores de potássio adicionadas ao solo. Silva (1998) também observou a diminuição de Mg com a aplicação de doses crescentes de KCl. Segundo Cruciani (1980) o pimentão é uma cultura moderadamente sensível à salinidade e altas concentrações de cloreto em solução prejudicam a absorção de nutrientes.

As reduções das concentrações de magnésio nas folhas e nos frutos com o aumento das doses de potássio podem também ser atribuídas ao efeito de diluição na planta (Daliparthy, Barker e Mondal, 1994) já que doses elevadas de potássio causaram produção de frutos maiores e maior produção de matéria seca nas plantas.

5.2.6. Enxofre

Nas primeiras coletas, o aumento do N no solo causou um ligeiro aumento do enxofre, tanto nas folhas quanto nos frutos. Nas últimas coletas, o aumento do N e do K_2O , provocou o declínio do enxofre em ambas as partes vegetais analisadas (Figuras 19 e 20). Silva (1998) relata que o N diminuiu a concentração de S foliar em plantas de pimentão, aos 83 dias, quando aplicou altas quantidades de K_2O . Alguns trabalhos, porém, evidenciaram um efeito sinérgico entre N e S, como Zhao et al. (1993), Sharma, Sharma e Sharma (1994) e Plessis e Agenbag (1994). Pode ter ocorrido o desequilíbrio na disponibilidade do enxofre no solo devido ao aumento do cloro, originário do cloreto de potássio, pois ambos são ânions.

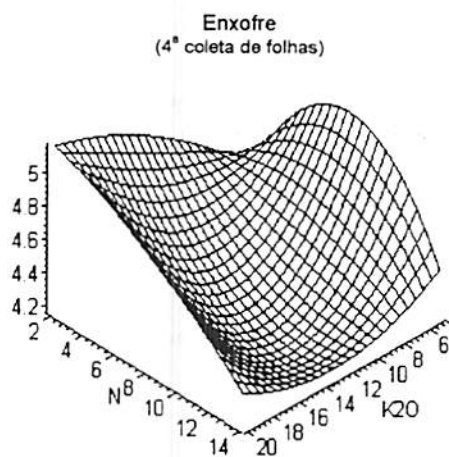
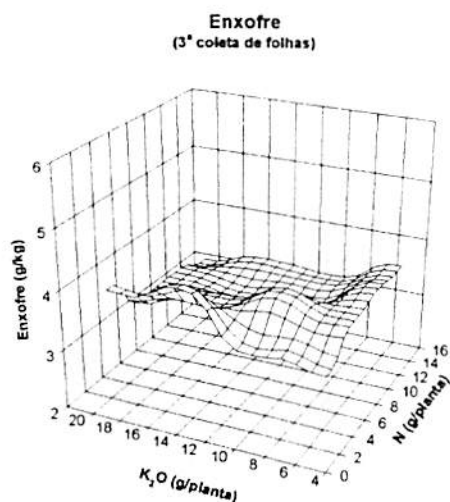
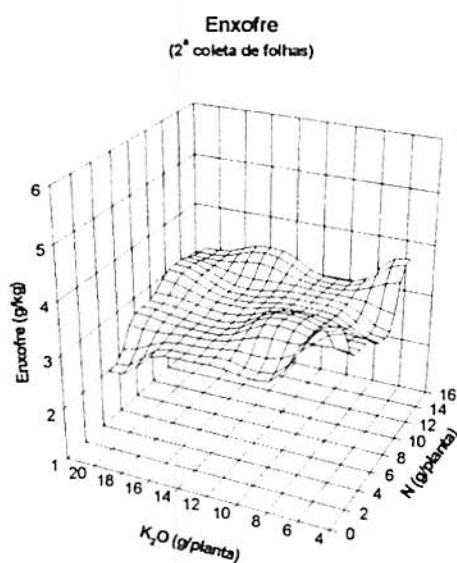
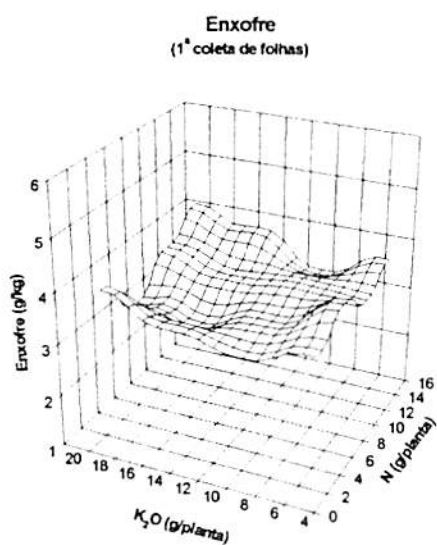
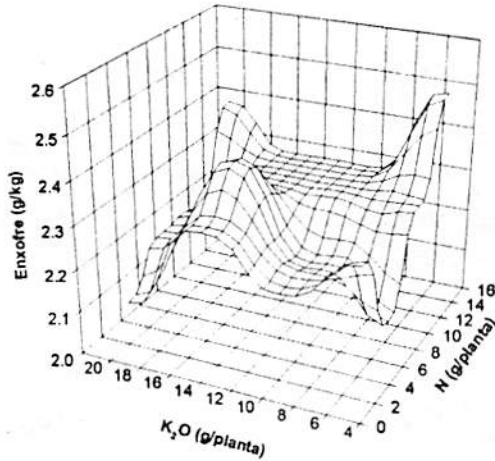
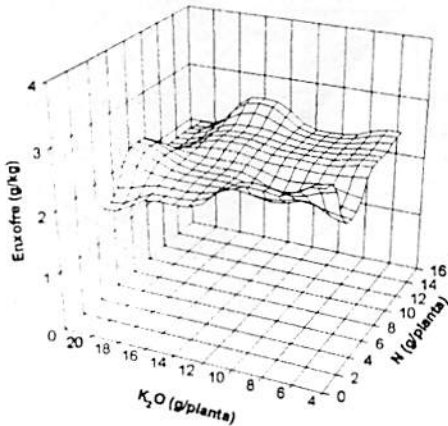


FIGURA 19. Teor de enxofre (g kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Enxofre
(1ª coleta de frutos)



Enxofre
(2ª coleta de frutos)



Enxofre
(3ª coleta de frutos)

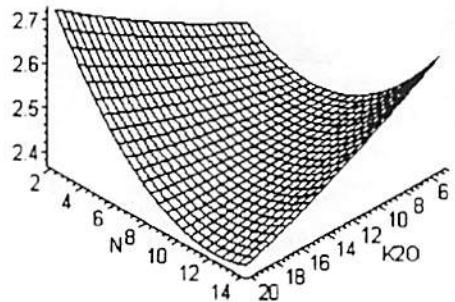


FIGURA 20. Teor de enxofre (g kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplântio (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

5.3. Teores de micronutrientes em folhas e frutos de pimentão em função das diversas doses de N e K utilizadas em fertirrigação

Tentou-se estabelecer tendências de acréscimo ou decréscimo dos micronutrientes nas folhas e frutos de pimentão, observando-se a flutuação dos mesmos em função das diferentes doses utilizadas em fertirrigação, tanto para o tratamento nitrogenado quanto para o potássico.

Como para os macronutrientes a inexistência de uma resposta com crescimento linear ou quadrático em alguns dos gráficos dificultou a interpretação destes, em outros, devido à ausência de modelos matemáticos que expliquem a oscilação dos dados, foi necessário recorrer à simples demonstração destes em superfícies de resposta, muitas vezes irregulares e sem tendência de crescimento ou diminuição coerentes com a aplicação dos fertilizantes no solo.

Os problemas citados anteriormente, relacionados ao número insuficiente de repetições, ou o próprio uso de pseudo-repetições, ou práticas culturais como a aplicação de nutrientes na parte aérea da planta, realizada semanalmente, podem ter influenciado negativamente a obtenção dos dados observados.

Alguns resultados do teor de micronutrientes nas folhas e frutos variaram em função da época de amostragem, pois diversas fases do período produtivo foram contempladas. Isto com certeza influenciou os teores de micronutrientes das folhas e frutos, pois estas fases têm demandas distintas pelas folhas, com redistribuição também diferente para os frutos, em função da própria carga produtiva da planta no momento da análise. Isto causa uma maior ou menor distribuição dos nutrientes para os diversos órgãos.

5.3.1. Cobre, zinco e ferro

Quando se avaliam os micronutrientes: cobre (Figuras 21 e 22) na primeira e quarta coleta de folhas, zinco (Figuras 23 e 24) na primeira, segunda e terceira coleta de folhas e na primeira coleta de frutos, e o ferro (Figuras 25 e 26) na primeira coleta de folhas, pode-se observar um declínio em seus teores no material vegetal analisado à medida que aumentaram as doses de N e K₂O no solo, podendo indicar possível competição dos cátions amônio (NH₄⁺) e potássio (K⁺) com os cátions Cu⁺⁺, Zn⁺⁺ e Fe⁺⁺.

Segundo Malavolta (1980) o cobre no solo está em maior proporção na forma cúprica Cu⁺⁺, como é absorvido. O excesso de nitrogênio e zinco na adubação pode inibir a sua absorção.

5.3.2. Manganês

O manganês (Figuras 27 e 28) pode também ter sofrido competição com os cátions aplicados na fertirrigação, pois na primeira e terceira coleta de folhas e na primeira coleta de frutos também se observa o mesmo comportamento de declínio do cátion Mn⁺⁺ com o aumento de K₂O no solo. Na quarta coleta de folhas, o aumento de N no solo também provocou queda no teor do micronutriente. Segundo Malavolta (1980) o manganês é o mais abundante no solo; é ativamente absorvido pela planta como Mn⁺⁺ e esta absorção é prejudicada por altas concentrações de potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e sódio.

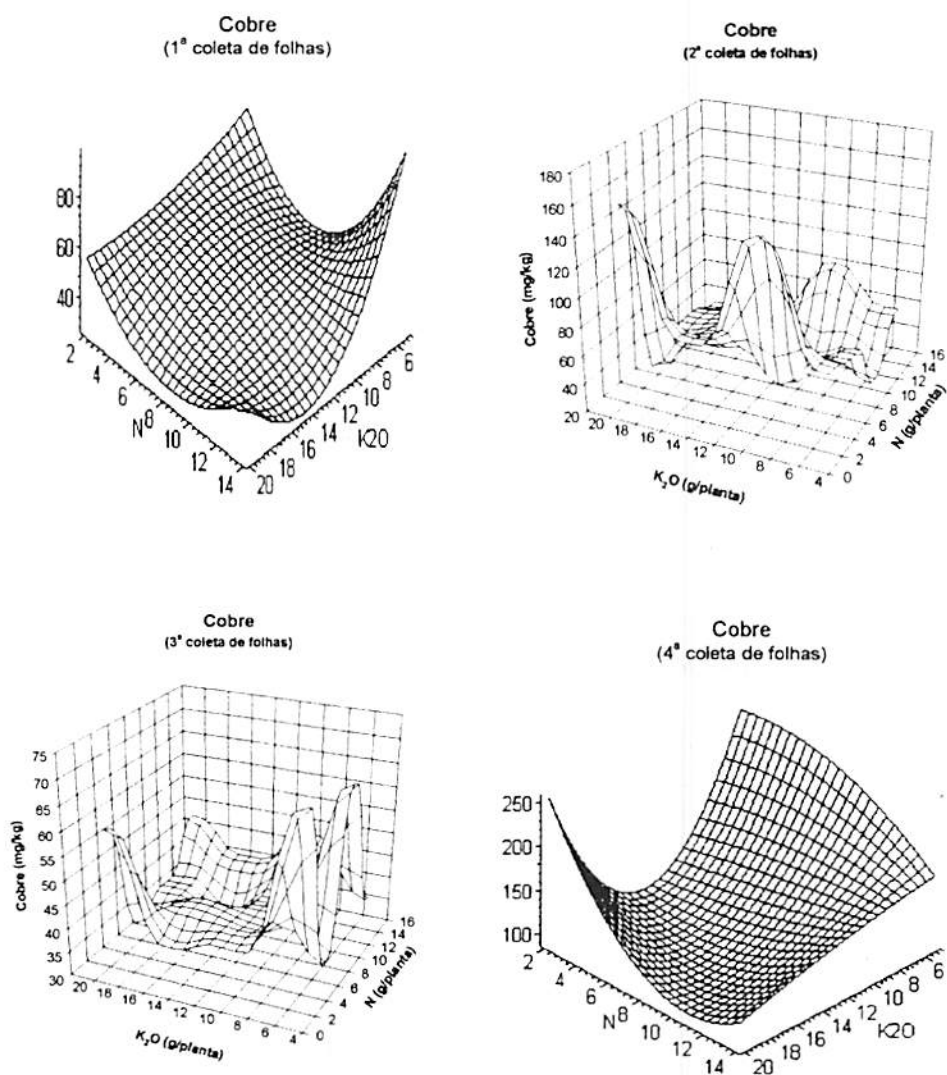
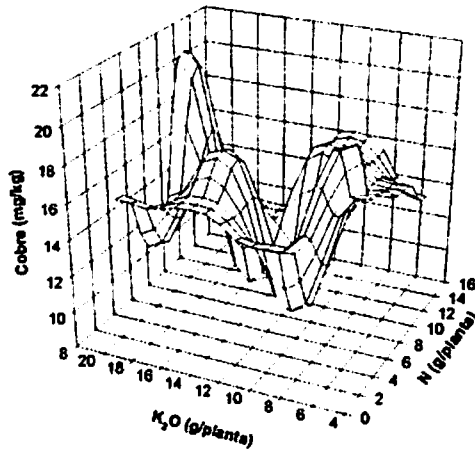
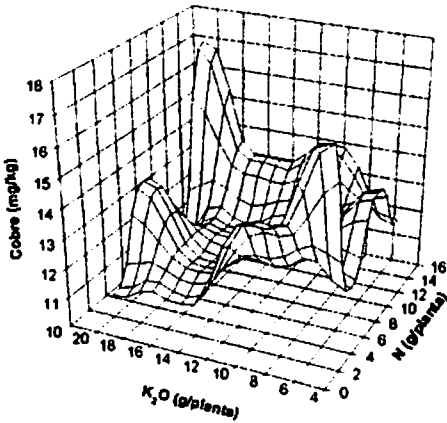


FIGURA 21. Teor de cobre (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplantio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Cobre
(1ª coleta de frutos)



Cobre
(2ª coleta de frutos)



Cobre
(3ª coleta de frutos)

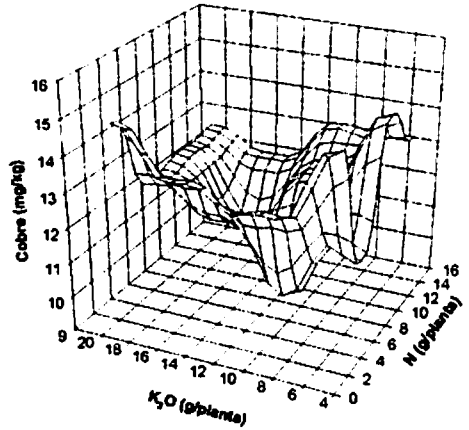
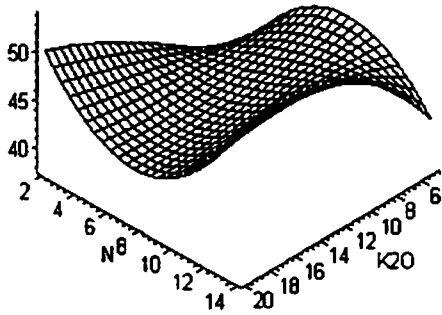
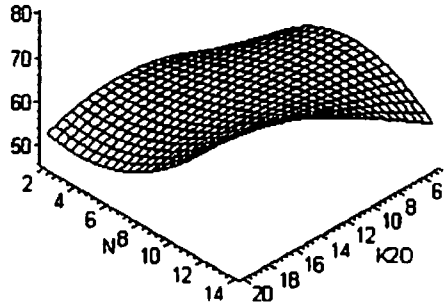


FIGURA 22. Teor de cobre (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplante (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

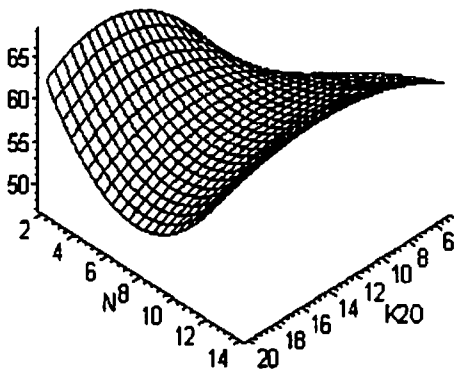
Zinco
(1ª coleta de folhas)



Zinco
(2ª coleta de folhas)



Zinco
(3ª coleta de folhas)



Zinco
(4ª coleta de folhas)

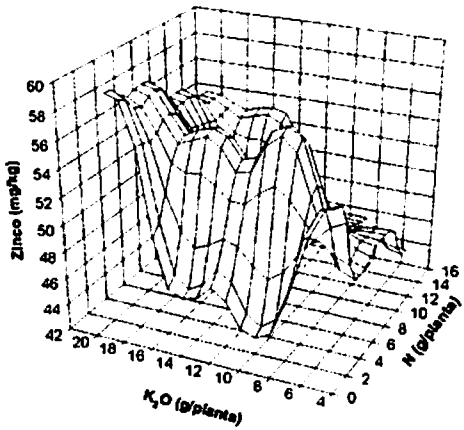


FIGURA 23. Teor de zinco (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplante (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

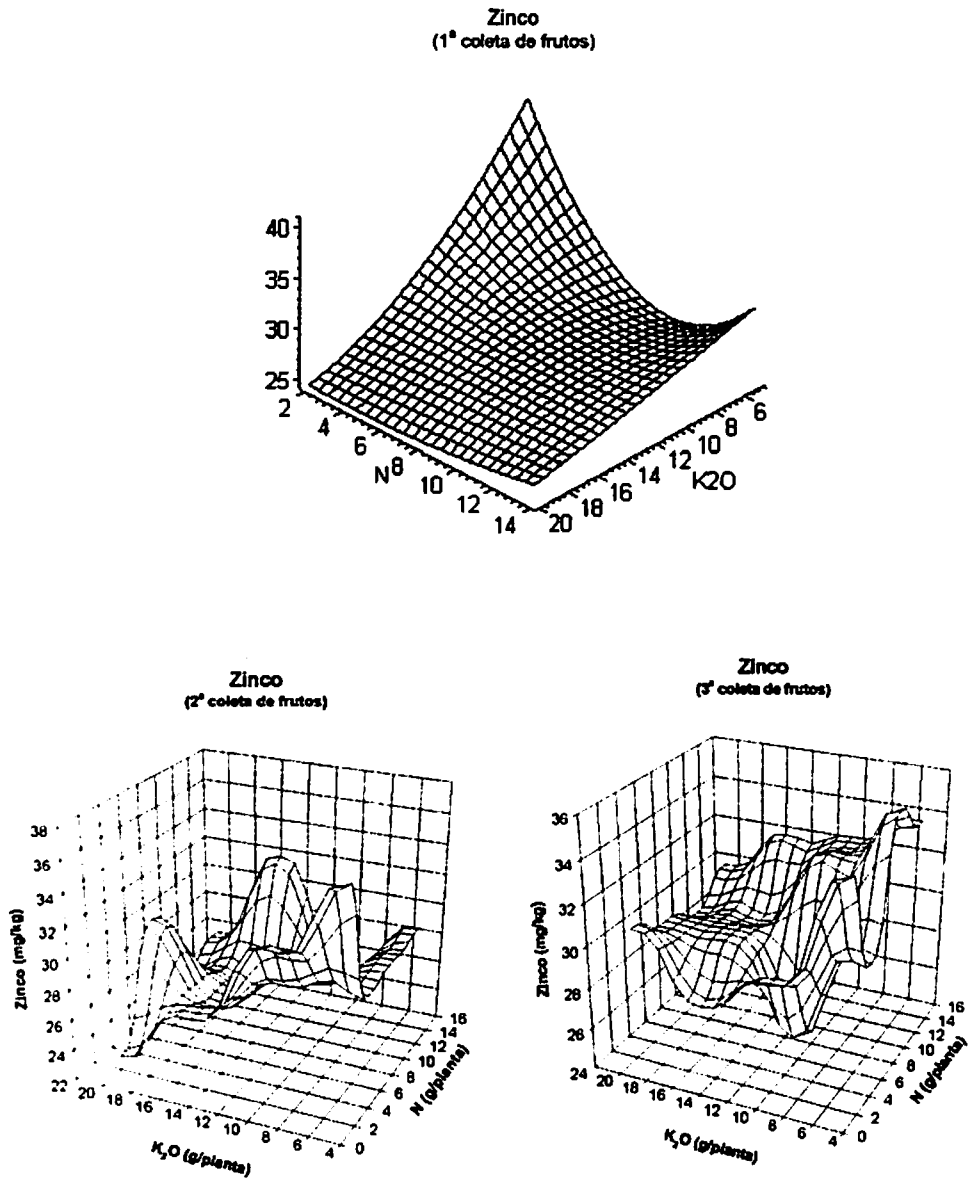


FIGURA 24. Teor de zinco (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplante (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

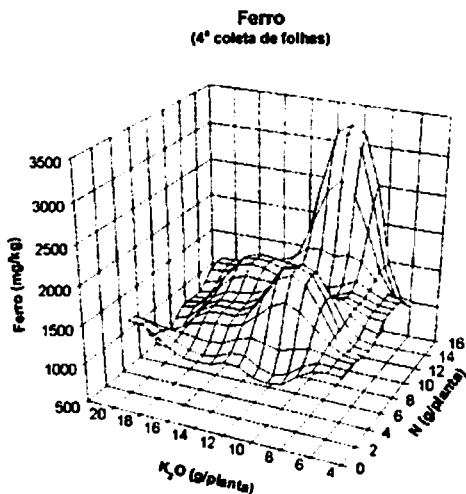
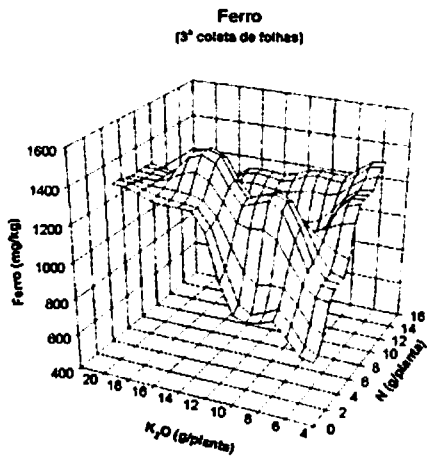
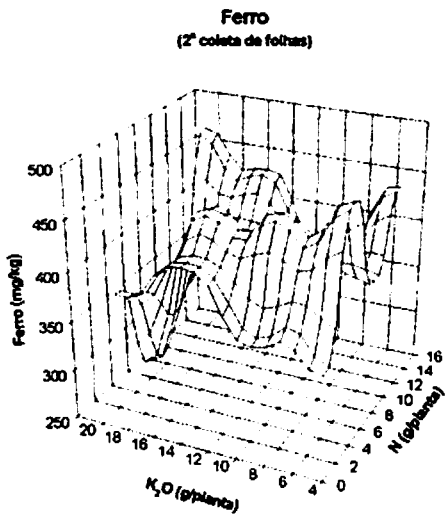
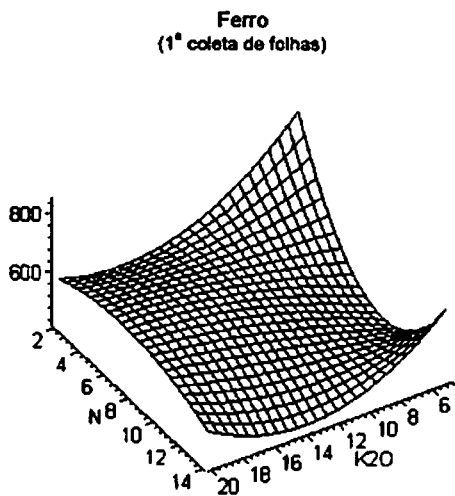
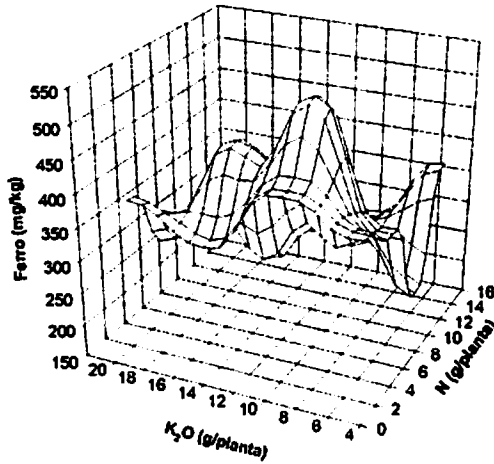
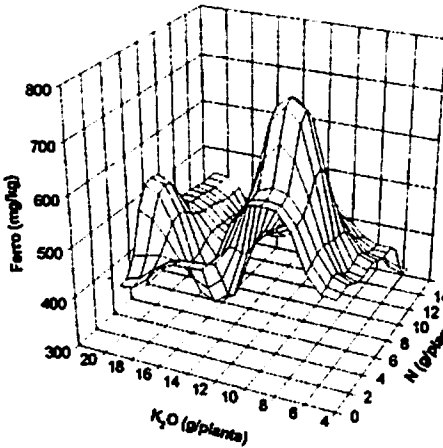


FIGURA 25. Teor de ferro (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 (3ª coleta) e 240 dias após o transplante (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Ferro
(1ª coleta de frutos)



Ferro
(2ª coleta de frutos)



Ferro
(3ª coleta de frutos)

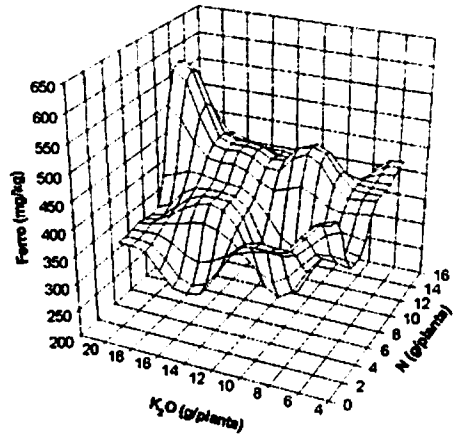
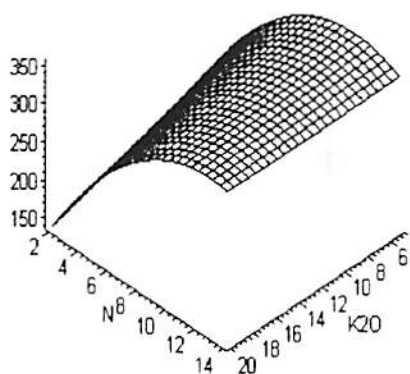
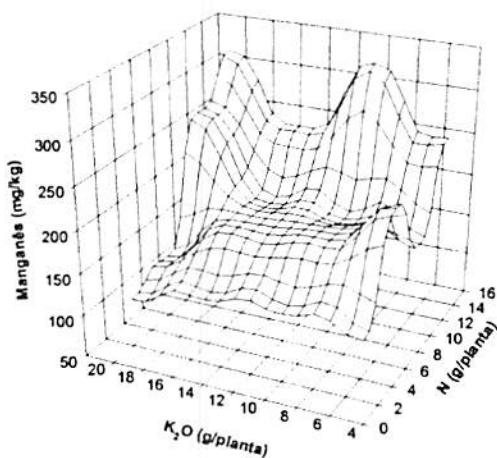


FIGURA 26. Teor de ferro (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplante (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

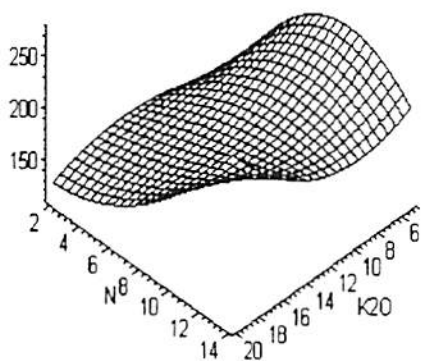
Manganês
(1ª coleta de folhas)



Manganês
(2ª coleta de folhas)



Manganês
(3ª coleta de folhas)



Manganês
(4ª coleta de folhas)

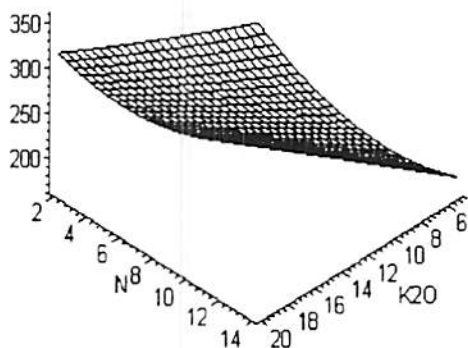


FIGURA 27. Teor de manganês (mg kg^{-1}) em folhas de pimentão colhidas aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta), 210 dias (3ª coleta) e 240 dias após o transplântio (4ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

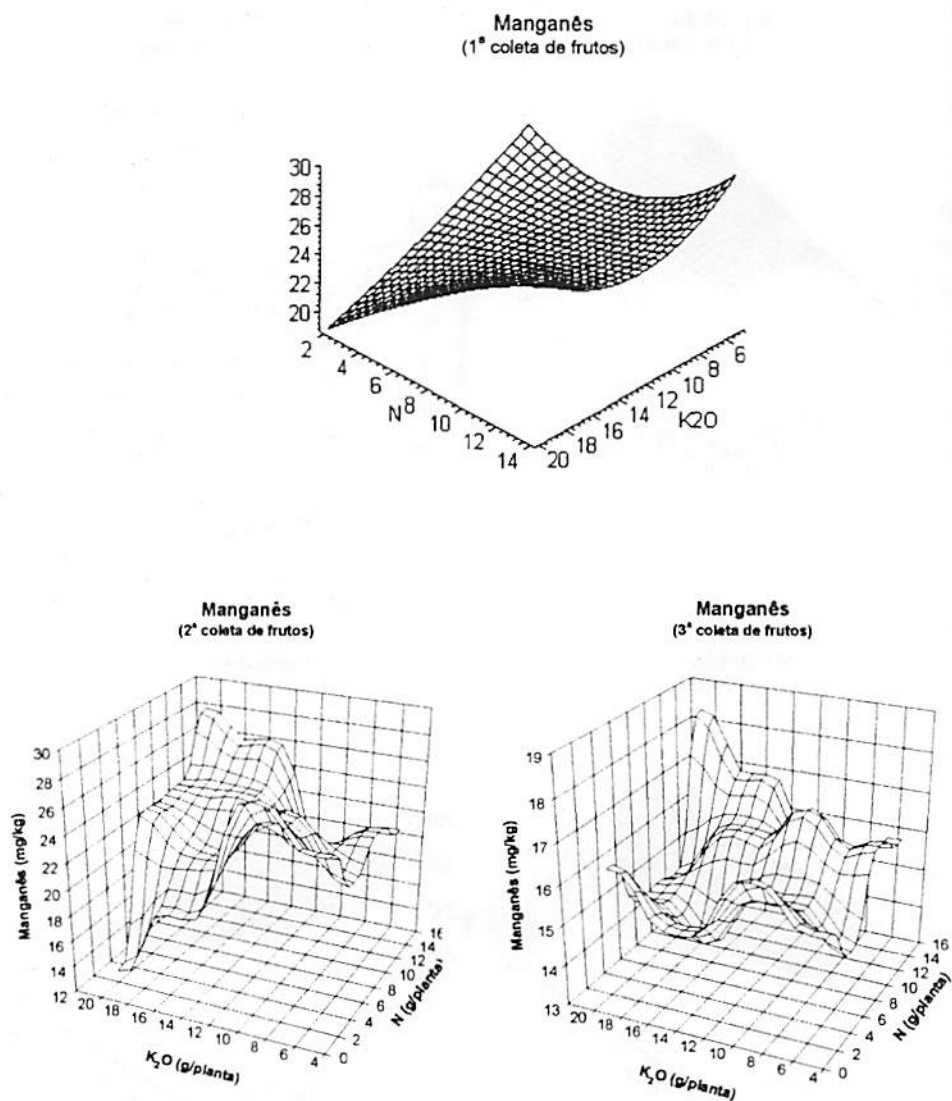


FIGURA 28. Teor de manganês (mg kg^{-1}) em frutos de pimentão colhidos aos 90 (1ª coleta), 150 (2ª coleta) e 210 dias após o transplante (3ª coleta). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Os resumos das análises de variância encontram-se nos Anexos B (Análise Química de Folhas) e C (Análise Química de Frutos).

Os modelos ajustados para as figuras estão dispostos nas Tabelas 12, 13 e 14. Para alguns dados não foi possível ajustar um modelo matemático; optou-se, então, pela simples demonstração dos dados observados através dos gráficos.

TABELA 12. Equações e coeficientes de regressão (R^2), para a análise química de frutos, na 1ª e na 3ª coleta. UFLA, Lavras-MG, 2000.

1ª COLETA		
Nutriente	Equação de Regressão	R^2
P	$3.9359375 - 0.08125 N - 0.00815 K + 0.00055 N \cdot K + 0.00351562 N^2 - 0.00075 K^2$	0,76
Mg	$2.1040625 - 0.06125 N - 0.00025 K + 0.00025 N \cdot K + 0.00273437 N^2 - 0.00025 K^2$	0,66
Mn	$31.8589062 - 2.486562 N - 1.1206187 K + 0.3279875 N \cdot K + 0.194335937 N^2 + 0.0180812 K^2 - 0.0074125 N \cdot K^2 - 0.025132812 N^2 \cdot K + 0.000742187 N^2 \cdot K^2$	0,80
Zn	$69.4065625 - 9.97875 N - 4.5413875 K + 1.19715 N \cdot K + 0.53242187 N^2 + 0.1153375 K^2 - 0.0353 N \cdot K^2 - 0.06476562 N^2 \cdot K + 0.00195312 N^2 \cdot K^2$	0,96
3ª COLETA		
Nutriente	Equação de Regressão	R^2
P	$1236.83343 - 260.72937 N - 169.98003 K + 35.93857 N \cdot K + 12.54101 N^2 + 5.48571 K^2 - 1.15992 N \cdot K^2 - 1.72876 N^2 \cdot K + 0.055796 N^2 \cdot K^2$	0,89
K	$26.684062 - 0.13375 N + 0.02275 K + 0.02625 N \cdot K - 0.01601562 N^2 + 0.00075 K^2$	0,51
S	$2.418437 - 0.0275 N + 0.01805 K - 0.00285 N \cdot K + 0.00351562 N^2 + 0.00025 K^2$	0,52

TABELA 13. Equações e coeficientes de regressão (R^2), para a análise química de folhas, na 1ª e 2ª coleta. UFLA, Lavras-MG, 2000.

1ª COLETA		
Nutriente	Equação de Regressão	R^2
N	$47.69234375 - 0.3559375 N - 1.91338625 K + 0.4498225 N*K - 0.019023437 N^2 + 0.06517375 K^2 - 0.0127975 N*K^2 - 0.00788593 N^2*K - 0.000285937 N^2*K^2$	0,81
P	$1.66946875 + 0.11075 N + 0.019535 K - 0.000945 N*K - 0.00511718 N^2 - 0.000525 K^2$	0,58
Mg	$8.12615625 + 0.5351875 N - 0.31531375 K - 0.0298225 N*K - 0.0191015625 N^2 + 0.02371125 K^2 - 0.0028725 N*K^2 + 0.0017609375 N^2*K + 0.0001046875 N^2*K^2$	0,81
Ca	$30.550125 + 0.751625 N + 0.94266 K - 0.06047 N*K + 0.01765625 N^2 - 0.03 K^2$	0,80
Cu	$137.76405625 - 37.734175 N - 12.0632935 K + 5.6056345 N*K + 2.96967968 N^2 + 0.4428265 K^2 - 0.2118655 N*K^2 - 0.454419375 N^2*K + 0.016850625 N^2*K^2$	0,94
Zn	$14.61078124 + 9.4809375 N + 3.50932375 K - 1.2219475 N*K - 0.594570312 N^2 - 0.07114125 K^2 + 0.0284825 N*K^2 + 0.083739 N^2*K - 0.002104687 N^2*K^2$	0,90
Fe	$1832.8988125 - 365.971375 N - 163.638135 K + 48.53382 N*K + 21.7702343 N^2 + 4.937625 K^2 - 1.4441 N*K^2 - 3.0215187 N^2*K + 0.09193125 N^2*K^2$	0,84
Mn	$183.55715625 + 35.616 N - 7.015925 K + 0.450725 N*K - 1.7434765 N^2 + 0.031575 K^2$	0,91
2ª COLETA		
Nutriente	Equação de Regressão	R^2
P	$1.52590625 + 0.3463125 N + 0.18535875 K - 0.0438925 N*K - 0.01410156 N^2 - 0.00641125 K^2 + 0.0014475 N*K^2 + 0.0015453 N^2*K - 0.00004218 N^2*K^2$	0,70
K	$45.15940625 - 7.8931875 N - 3.76085875 K + 0.8246925 N*K + 0.41589843 N^2 + 0.09964625 K^2 - 0.0213175 N*K^2 - 0.0450203 N^2*K + 0.001223437 N^2*K^2$	0,92
Ca	$44.00521875 - 6.8398125 N - 1.55265125 K + 0.8758275 N*K + 0.53582 N^2 + 0.04613375 K^2 - 0.0281425 N*K^2 - 0.0600171875 N^2*K + 0.0016765625 N^2*K^2$	0,84
Mg	$6.14940625 + 0.018375 N - 0.019605 K - 0.005415 N*K + 0.0002734375 N^2 + 0.001075 K^2$	0,58
Zn	$11.615374 + 11.707375 N + 5.383965 K - 1.1649 N*K - 0.6679687 N^2 - 0.15849 K^2 + 0.023705 N*K^2 + 0.06729375 N^2*K - 0.0010125 N^2*K^2$	0,89

TABELA 14. Equações e coeficientes de regressão (R^2), para a análise química de folhas na 3ª e na 4ª coleta. UFLA, Lavras-MG, 2000.

3ª COLETA		
Nutriente	Equação de Regressão	R^2
N	$37.23015625 + 1.13 N - 0.266465 K - 0.001245 N*K - 0.0397265 N^2 + 0.002575 K^2$	0,82
Mn	$-63.6067812 + 69.7041875 N + 24.0125 K - 6.5979275 N*K - 3.34355468 N^2 - 0.7163937 K^2 + 0.1480625 N*K^2 + 0.272704687 N^2*K - 0.002851562 N^2*K^2$	0,89
Zn	$13.7829999 + 7.269625 N + 7.0037525 K - 1.24393 N*K - 0.3071875 N^2 - 0.2066725 K^2 + 0.03092 N*K^2 + 0.061234375 N^2*K - 0.001409375 N^2*K^2$	0,84
4ª COLETA		
Nutriente	Equação de Regressão	R^2
N	$18.0634375 - 0.379375 N + 1.73868 K - 0.02461 N*K + 0.037890625 N^2 - 0.0433 K^2$	0,80
P	$1.67965625 - 0.1011875 N + 0.11389125 K + 0.0039925 N*K + 0.0158984375 N^2 - 0.00438875 K^2 + 0.0000525 N*K^2 - 0.0018953125 N^2*K + 0.0000546875 N^2*K^2$	0,67
Mg	$10.09559375 - 0.648375 N + 0.228235 K - 0.029545 N*K + 0.045039 N^2 + 0.000875 K^2$	0,82
S	$2.2185937 + 0.9559375 N + 0.38843375 K - 0.1598925 N*K - 0.0549609 N^2 - 0.0118812 K^2 + 0.0055375 N*K^2 + 0.0089640625 N^2*K - 0.000317187 N^2*K^2$	0,88
Mn	$216.0781562 - 18.58975 N + 4.940425 K + 0.413975 N*K + 0.864960937 N^2 + 0.048525 K^2$	0,86
Cu	$523.2847812 - 4.2833125 N - 75.4272687 K + 3.577637 N*K - 1.4658203 N^2 + 3.3038762 K^2 - 0.279252 N*K^2 + 0.12339218 N^2*K + 0.00263593 N^2*K^2$	0,83

6. Conclusões

- Os resultados médios de macro (N: 43,39; P: 2,52; K: 19,52; Ca: 38,74; Mg: 6,19; S: 3,53 g kg⁻¹) e micronutrientes (Cu: 49,05; Mn: 228,70 e Zn: 50,29 mg kg⁻¹) na folha, encontrados ao se utilizar o nível 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, aplicados via fertirrigação, podem ser considerados como níveis críticos para a cultura do pimentão cv. Fortuna Super F₁, em ambiente protegido.

- O aumento da dose de nitrogênio no solo favoreceu a absorção de cálcio e prejudicou a absorção de potássio e magnésio.

- O aumento da dose de potássio no solo prejudicou a absorção de nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo.

- O incremento dos elementos nitrogênio e potássio, acima da dose 10 g de N e 15 g de K₂O planta⁻¹, não aumentou a concentração interna destes nutrientes.

7. Referências Bibliográficas

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras, M.G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura**. São Paulo: Nobel, 1980. 333p.

DALIPARTHY, J.; BARKER, A.V.; MONDAL, S.S. Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.17, n.11, p.1859-1886, 1994.

- DECHEN, A.R.; BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Conceitos fundamentais da interação da análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1995, Petrolina, Anais...Petrolina: CPATSA-EMBRAPA/CBCS, 1995. p.87-115.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 227p.
- FERNANDES, P.D.; **Estudo de nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivares Avelar e Ikeda: absorção e deficiência de nutrientes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1971. 85 p. (Dissertação-Mestrado em Adubação e Nutrição).
- GOMES, I.; PEDREÑO, J.N.; MORAL, R.; IBORRA, M.R.; PALACIOS, G.; MATRIX, J. Salinity and nitrogen fertilization affecting de macronutrient content and yield of sweet pepper plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.19, n.2, p.353-359, 1996.
- HAAG, H.P.; HOMA, P; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças: V- Absorção de nutrientes pela cultura do pimentão. **O Solo**, Piracicaba, v.62, n.2, p.7-11, 1970.
- JONES Jr., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro, 1991. 213 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496 p.
- MALAVOLTA, E.; SANTOS, A.J.R. do; FRANÇA, A.F. de; FACHINELLO, J.C.; BARBOSA FILHO, M.P. Estudo sobre a nutrição mineral do arroz. XXVII. Fatores que influenciam a absorção radicular do fósforo pela variedade IAC-164. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.41, p.307-332, 1984.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. 674 p.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego, Academic, 1997. 889 p.
- MILLER, C.H.; McCOLLUM, R.E.; CLAIMON, S. Relationship between growth of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. **Journal of American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.104, n.6, p. 852-857, 1979.
- NEGREIROS, M.Z.de. **Crescimento, partição de matéria seca, produção e acúmulo de macronutrientes em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em cultivo podado e com cobertura morta** Viçosa: UFV, 1995. 187 p. (Tese- Doutorado).
- OLSEN, J.K.; LYONS, P.J.; KELLY, M.M. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, n. 1, p. 177-193, 1993.
- PESSARAKLI, M.; TUCKER, T.C. Dry matter yield and nitrogen uptake by tomatoes under sodium chloride stress. **Soil Science Society of American Journal.**, v.52, p. 698-700, 1988.
- PLESSIS, J.P.; AGENBAG, G.A. Reaction of two wheat cultivars to nitrogen and sulphur fertilizer in the Swartland I. Vegetative growth, nitrogen and sulphur uptake and concentration in the plant. **South African Journal of Plant and Soil**, v.11, n.4, p.163-169, 1994.
- SAMPAIO, R.A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. Viçosa: UFV, 1996. 117p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).
- SHARMA, A.K.; SHARMA, A.M.; SHARMA, Y.M. Effect of irrigation, nitrogen and sulphur application on seed yield, quality and sulphur uptake by Indian mustard (*Brassica juncea*). **Agriculture Science Digest**, v.14, n.1, p. 63-67, 1994.
- SILVA, M.A.G. da. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 86p. (Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

- SWIADER, J.M.; MORSE, R.D. Phosphorus solution concentration for production of tomato, pepper and eggplant in minesoils. **Journal American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.107, n. 6, p.1149-1153, 1982.
- TAKAHASHI, H.W. Nutrição e adubação de tomate estaqueado. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 301-322.
- TAKAZAKI, P.E.; DELLA VECCHIA, P.T. Problemas nutricionais e fisiológicos no cultivo de hortaliças em ambiente protegido. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 481-487.
- THOMAS, J.R.; HEILMAN, H.D. Nitrogen and phosphorus content of leaf tissue in relation to sweet peppers yields. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.85, p.419-425, 1964.
- TRANI, P.E.; MELO, A.M.T. de; PASSOS, F.A.; TAVARES, M.; NAGAI, H.; SCIVITTARO, W.B. Recomendações de adubação e calagem para as culturas de berinjela, jiló, pimenta-hortícola e pimentão. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. ; FURLANI, A.M.C.(eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico ; Fundação IAC, 1996. p. 173.
- VALE, F.R.; GUILHERME, L.R.G; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo-dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 1995. 171 p.
- ZHAO, F.J.; EVANS, E.J.; BILSBORROW, P.E., SYERS, J.K. Sulphur uptake and distribution in double and single low varieties of oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Plant and Soil**, v.150, p.69-76, 1993.

CAPÍTULO 4

NITROGÊNIO E POTÁSSIO APLICADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO NA QUALIDADE DO PIMENTÃO cv. FORTUNA SUPER F₁

1. Resumo

Este experimento foi conduzido para se determinar os efeitos da fertirrigação com nitrogênio e potássio sobre as características físicas e químicas de pimentão armazenado. O experimento foi conduzido em maio e junho de 1999, na UFLA, em Lavras-MG. Os frutos foram originados de 16 tratamentos no campo, com quatro doses de N (2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g por planta) e quatro doses de K₂O (5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g por planta) e formaram parcelas subdivididas em quatro períodos de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias), dispostos em blocos casualizados, com três repetições. Os frutos foram armazenados em bandejas (três frutos por bandeja) e cobertos com filme de polietileno. Os tratamentos de fertirrigação no campo (N e K) não afetaram a coloração dos frutos, o seu enrugamento (murcha), a perda de peso dos frutos e o pH. A elevação das doses do nitrogênio no solo causou decréscimo nos valores da textura e maior teor de sólidos solúveis e pectina total nos frutos avaliados imediatamente após a colheita; maior teor de sólidos solúveis e de pectina total durante todo o período de pós-colheita; diminuição no teor de ácido cítrico no dia da colheita e 5 dias após o armazenamento. A elevação das doses de potássio no solo causou diminuição do teor de sólidos solúveis nos frutos de pimentão aos 10 dias de armazenamento; decréscimo nos valores da textura e no teor de ácido cítrico no dia da colheita e diminuição do ácido cítrico aos 5 dias de armazenamento; aumento na pectina total avaliada imediatamente após a colheita e aos 10 dias de armazenamento, com nível alto de N aplicado ao solo e 12 g de K₂O fornecidos por planta.

2. Abstract

NITROGEN AND POTASSIUM APPLIED BY FERTIGATION ON QUALITY OF SWEET PEPPER cv. FORTUNA SUPER F₁

This experiment was conducted to determine the effects of nitrogen and potassium fertigation, over physical and chemical characteristics of stored sweet pepper fruits. It was carried out in May/June of 1999, at UFLA, Lavras-MG. Fruits were derived from 16 treatments of the field, from four levels of N (2,0; 6,0; 10,0 and 14,0 g to plant) and four levels of K (5,0; 10,0; 15,0 and 20,0 g to plant). These treatments were organized in split parcels within four storage times (0, 5, 10 and 15 days), in randomized blocks, with three replicates. Fruits were stored on trays (three fruits a tray), covered with polythene film. Fertigations treatments in the field (N and K) did not affect color and wilt fruits, neither lost weight and pH. The increase of N doses on the soil, during plants development resulted decrease on fruits texture, the highest content of soluvél solids and increase of total pectine evaluated immediately after the harvest; the highest content of soluvél solids and increase of total pectine during all postharvest period; decrease on content of citric acid on the harvest day and 5 days after storage. The increase of K levels on the soil resulted on the decrease on soluvél solids within 10 days of storage; on the decrease in the texture fruits and on the content of citric acid on harvest day and decrease of the citric acid 5 days after storage; increase on total pectine evaluated immediately after harvest and after 10 storage days, with high N level applied on soil and with 12 g of K₂O applied per plant.

3. Introdução

Existe, geralmente, a tendência de se valorizar sobremaneira a fase de condução da cultura no campo em detrimento da fase pós-colheita dos produtos agrícolas. O olericultor se preocupa, na maioria das vezes, mais com o fator quantidade do que qualidade. Utiliza a fertilização objetivando maior produtividade, quase sempre se esquecendo da conservação pós-colheita dos produtos olerícolas, os quais possuem alta perecibilidade, estando sujeitos, portanto, a grandes perdas. Estima-se que durante o período entre a colheita e o consumo, as perdas dos produtos hortícolas atinjam de 10 a 80 %. Do local de produção até o consumidor há uma grande valorização do produto, conseqüentemente qualquer perda após a colheita resulta em acréscimo no custo de comercialização (Medina, 1984).

No Brasil, de acordo com Sigrist (1983) as perdas pós-colheita de frutos e hortaliças situam-se ao redor de 39%. Os supermercados normalmente apresentam maiores perdas porcentuais porque neles os produtos sofrem manipulação para embalagem, a seguir situam-se as quitandas e por fim as feiras livres, onde os produtos são comercializados em menos tempo.

Segundo González e Tiznado (1993) um sexto das frutas e hortaliças frescas exportadas do México para os Estados Unidos é de pimentão, sendo que 70% do pimentão que é exportado chegam ao mercado americano exibindo uma série de desordens, principalmente devido aos inadequados manuseio pós-colheita, transporte e armazenamento.

Entretanto, o mercado de olerícolas atualmente está sofrendo várias mudanças. Muitos produtores não mais entregam os seus produtos para serem comercializados por atravessadores. Estes estão atuando ativamente no mercado, beneficiando as hortaliças de forma a agregar valor à sua mercadoria. Existe uma maior conscientização com a etapa pós-colheita. A responsabilidade do

produtor não termina com a colheita, continua nas bancas de supermercados e boutiques de hortaliças, onde os produtos necessitam ter qualidade e embalagem para permanecerem armazenados em adequadas condições de consumo, respeitando os prazos de validade, satisfazendo uma clientela cada vez mais exigente.

Nos Estados Unidos, de acordo com o “Produce Marketing Association” (PMA), as vendas diretamente ao varejo representam 40% das vendas totais no segmento e as hortaliças correspondem a 75% da oferta e as frutas apenas 25%. Contudo, no Brasil, a participação da olericultura no processo de expansão do consumo interno de hortaliças processadas, onde se faz vendas diretas aos consumidores, de maneira geral tem ficado aquém de suas potencialidades. Há problemas como a falta de qualidade, ausência de padronização de produtos e baixos índices de profissionalização (Agriannual, 2000).

Este trabalho tem o objetivo de aliar o processo de produção ao de pós-colheita, observando os efeitos da aplicação de várias doses de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, durante o ciclo da cultura de pimentão, na conservação pós-colheita de frutos em diferentes períodos de armazenamento.

4. Material e Métodos

Os frutos foram originados de experimento conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras-MG, em casa de vegetação tipo capela, com utilização da cobertura plástica dos canteiros.

A cultivar de pimentão utilizada foi o Híbrido Fortuna Super, comercializado pela Empresa de Sementes TopSeed, com frutos do tipo verde / vermelho, com formato cônico-alongado. A cultura foi conduzida por oito meses (seis meses de colheita), nos quais efetuou-se a fertirrigação nitrogenada,

utilizando-se o nitrato de amônio (quatro doses de nitrogênio em cobertura: 2,0; 6,0; 10,0 e 14,0 g por planta), e potássica, utilizando-se o cloreto de potássio branco (quatro doses de potássio em cobertura: 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g por planta), em esquema fatorial (4 x 4). Os 16 tratamentos oriundos da casa de vegetação foram distribuídos em parcelas subdivididas no tempo. Uma primeira análise foi realizada sem armazenamento (tempo 0), e as outras três foram realizadas após armazenamento por 5, 10 e 15 dias.

Os frutos para avaliação pós-colheita foram colhidos no terceiro mês de colheita (19/05/1999), colocados em bandejas de isopor (3 por bandeja), cobertos com filme de polietileno e dispostos em três blocos (repetições). Foram mantidos em galpão de armazenamento pelo período determinado, quando então foram retirados e avaliadas suas características físicas, como perda de peso (massa), cor, murcha e textura, e características químicas, como sólidos solúveis, acidez total titulável, pH e pectinas solúvel e total (Figura 29).

4.1. Análises físicas:

Massa do fruto - determinada em gramas com o auxílio da balança eletrônica Lucastec, modelo PL-100, antes do armazenamento (logo após a colheita) e depois dos períodos de armazenamento. Aos frutos recém-colhidos atribuiu-se o peso 100%. À medida que novas pesagens foram realizadas, aumentando o tempo de armazenamento, o novo peso dos frutos foi dado em porcentagem em relação ao primeiro, e assim sucessivamente.

Cor - os frutos foram colhidos completamente verdes. Nas avaliações, durante o armazenamento, foram atribuídas notas 1, 2, 3, 4 e 5 para frutos com 20, 40, 60, 80 e 100% de coloração vermelha, respectivamente.



FIGURA 29. Frutos de pimentão: armazenados para avaliação pós-colheita; avaliados quanto a perda de peso. UFLA, Lavras-MG, 1999.

Murcha - os frutos foram colhidos completamente firmes. Nas avaliações, durante o armazenamento, foram atribuídas notas 1, 2, 3, 4 e 5 para frutos muito pouco enrugados, pouco enrugados, enrugados (murchos), bastante enrugados e completamente murchos, respectivamente.

Textura - determinada com o auxílio de penetrômetro Mc-Cormick, modelo FT 011, com ponta de 7,94 mm de diâmetro. As medidas foram tomadas após remoção da casca, na região equatorial do fruto. Foram feitas três leituras por fruto. Os resultados foram expressos em libras (lb).

4.2. Análises químicas:

O pericarpo congelado foi triturado (líquidificador) na proporção 1:10 (polpa e água) para as avaliações de pH, sólidos solúveis e acidez total titulável.

pH - determinado por potenciometria, em potenciômetro Digimed modelo DMpH-2, após filtragem do homogenato em gaze.

Acidez total titulável - medida por titulação do homogenato filtrado em gaze, com NaOH 0,1 N, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985), e os resultados expressos em % de ácido cítrico.

Sólidos solúveis totais - medidos por refratometria, em refratrômetro digital ATAGO PR-100, após filtragem do homogenato em gaze, e os resultados expressos em %, segundo AOAC (1990).

Pectina total e solúvel - extraídas segundo técnica descrita por McCready e McComb (1952), e determinadas colorimetricamente segundo Bitter e Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg de pectina por 100g de polpa.

5. Resultados e Discussão

Os tratamentos com doses de N e K em fertirrigação na casa de vegetação, não influenciaram significativamente a mudança de coloração, a murcha (enrugamento), o pH e o peso dos frutos de pimentão. Estas características só sofreram interferência do tempo de armazenamento, que também influenciou todas as outras variáveis.

A textura, sólidos solúveis, acidez total titulável, pectinas solúvel e total variaram em função dos diferentes tratamentos de fertirrigação utilizados.

Para as diversas variáveis citadas, muitas vezes não houve resposta linear ou quadrática nos gráficos, dificultando sua interpretação. Em outros, devido à ausência de modelos matemáticos que explicassem a oscilação dos dados, foi necessário recorrer à simples demonstração desses em gráficos de superfície de resposta, muitas vezes irregulares e sem tendência de crescimento ou diminuição coerentes com a aplicação dos fertilizantes no solo.

Técnicas adotadas para a viabilização do experimento como o congelamento dos frutos, ou a temperatura do soluto no momento da leitura do °Brix, soluções utilizadas para titulação de acidez ou aferir o peagâmetro, além da diferença normal de constituintes químicos entre os frutos, podem ter influenciado os dados coletados, resultando em pequenas oscilações numéricas, diferentes estatisticamente entre si, mas sem diferenças relevantes na prática.

Para a interpretação dos gráficos tentou-se estabelecer tendências de aumento ou diminuição das variáveis analisadas no dia da colheita e nos vários períodos durante a pós-colheita dos frutos de pimentão.

5.1. Perda de peso dos frutos

As doses de N e K não influenciaram na perda de peso dos frutos. O tempo de armazenamento, como era esperado, contribuiu para a perda de peso

dos frutos. O tratamento que perdeu menos peso e mais peso, com o menor e com o maior período de armazenamento, respectivamente, foram 95,93 e 94,73 % do peso inicial (5 dias de armazenamento) e 95,33 e 87,63 % do peso inicial (15 dias de armazenamento) (Figura 30). A perda de peso foi diminuída, certamente, devido à presença do filme plástico, que auxiliou a preservação da água dos frutos.

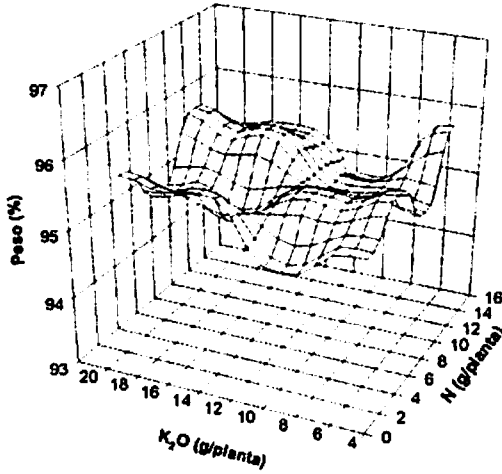
5.2. Textura

A avaliação da variável textura, imediatamente após a colheita, mostra que o aumento do nitrogênio no solo influenciou negativamente a textura dos frutos de pimentão, principalmente quando o potássio também foi fornecido em doses elevadas (Figura 31). De acordo com Sakurai e Neves (1993), a textura dos frutos está associada ao metabolismo dos carboidratos da parede celular, que culminam com a redução da sua firmeza. O amolecimento dos frutos é dado pela redução dos componentes estruturais presentes na parede celular, através da atuação de enzimas que aumentam com o amadurecimento desses. A maior disponibilidade do N e do K⁺ no solo certamente acelerou o processo de amolecimento dos frutos de pimentão (perda da textura), em função da alteração do metabolismo dos componentes da parede celular.

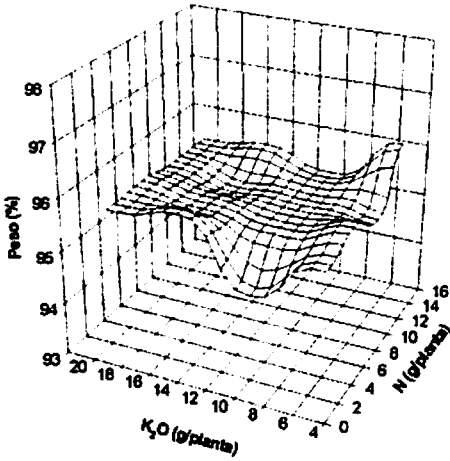
Os teores elevados de potássio no fruto estimulam a formação de ácidos orgânicos que reduzem a disponibilidade do cálcio no tecido do fruto, afetando a textura dos mesmos (Willunsen, Petersen e Kaack, 1996).

Observa-se que o tempo de armazenamento, devido ao maior amadurecimento dos frutos, afetou negativamente a manutenção da textura dos frutos de pimentão. No momento da colheita, o maior valor observado de textura dos frutos foi 7,96 lb, e o menor foi 4,46 lb. Após 15 dias de armazenamento, estes valores foram para 4,16 e 2,89 lb, respectivamente.

Peso
(5 dias pós-colheita)



Peso
(10 dias pós-colheita)



Peso
(15 dias pós-colheita)

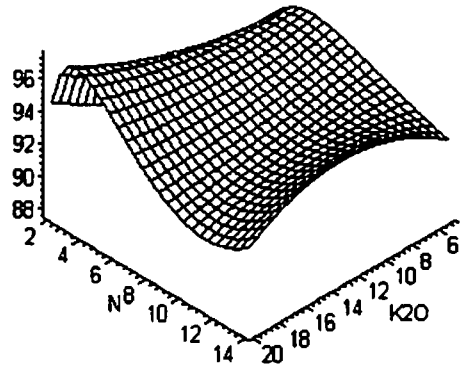
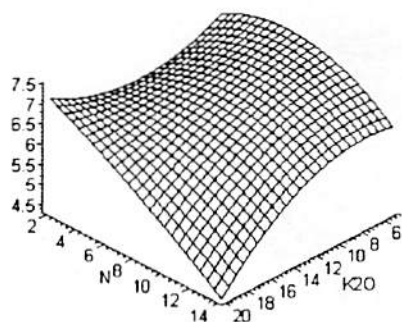
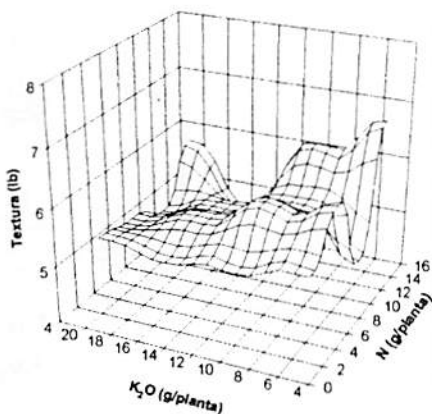


FIGURA 30. Peso (%) de frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, por 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

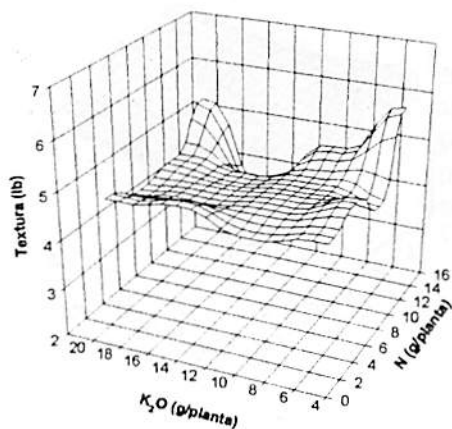
Textura
(0 dias pós-colheita)



Textura
(5 dias pós-colheita)



Textura
(10 dias pós-colheita)



Textura
(15 dias pós-colheita)

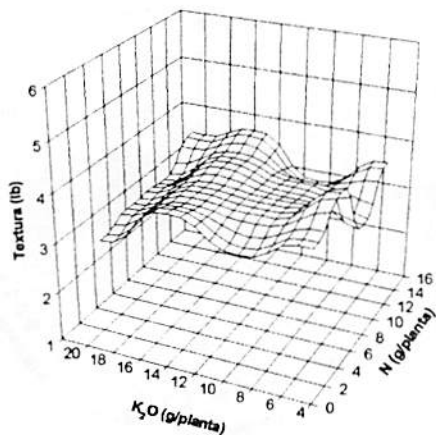


FIGURA 31. Textura (lb) de frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

5.3. Sólidos Solúveis

A análise dos resultados de sólidos solúveis mostra que à medida que aumentou-se a quantidade de N, fornecida via fertirrigação nitrogenada, elevou-se também o valor do °Brix dos frutos de pimentão (Figura 32). A porcentagem de sólidos solúveis totais, representada pelo °Brix, inclui os açúcares e os ácidos dos frutos. Os maiores valores de sólidos solúveis foram observados com a aplicação da maior dose de N (14g por planta) imediatamente após a colheita (2,47 %), com 5 dias de armazenamento (2,47 %), com 10 dias (2,60 %) e com 15 dias (2,83 %). Inclusive pode-se observar que o °Brix aumentou também com o tempo de armazenamento, devido ao maior amadurecimento dos frutos. As menores doses de N aplicadas ao solo (2g por planta) foram as responsáveis pelo menor valor do °Brix encontrado nos frutos, como 2,10 % com 5 dias de armazenamento, 2,07% com 10 dias, e 2,30% com 15 dias de armazenamento.

Quando se observa o efeito do K sobre os sólidos solúveis, este tende a não influenciar de maneira tão clara como o N. Aos 10 dias pós-colheita, à medida que se aumentou as doses de K_2O no solo, houve uma tendência de decréscimo dos níveis de sólidos solúveis, e aos 15 dias houve uma tendência de manutenção destes níveis. O °Brix aumentou um pouco com o aumento de K somente quando os valores de N foram baixos (Figura 32). Sampaio (1996) e Sampaio e Fontes (1998), testando várias doses de K_2O em fertirrigação para a cultura do tomate, não observaram efeito significativo dos vários tratamentos para sólidos solúveis nos frutos.

Apesar de ter ocorrido diferença estatística entre os tratamentos, as diferenças numéricas são pequenas. A diferença entre o maior e o menor valor do °Brix para cada um dos períodos de armazenamento foi: 0,4 % para a avaliação imediatamente após a colheita; 0,37 % para 5 dias; e 0,53 % para 10 e para 15 dias de armazenamento.

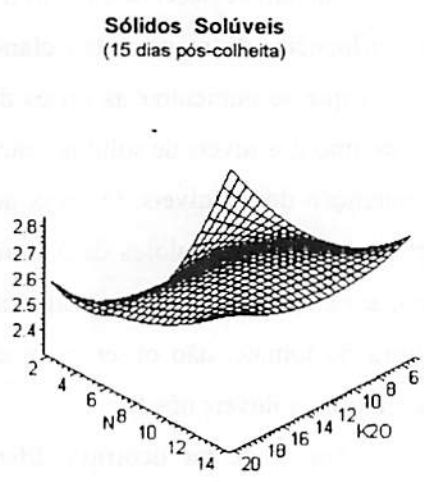
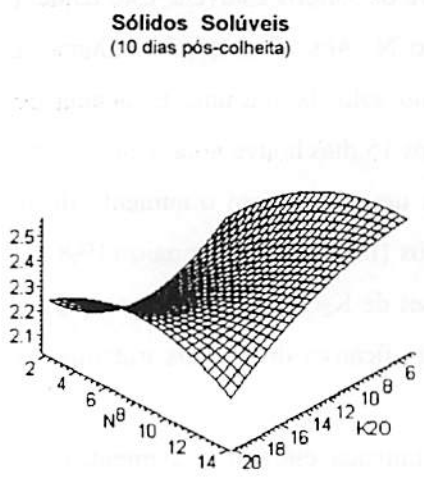
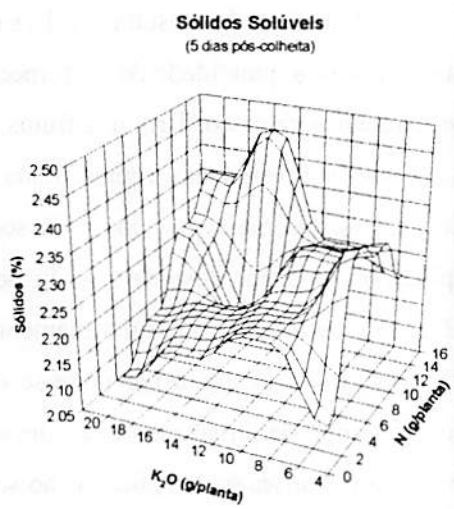
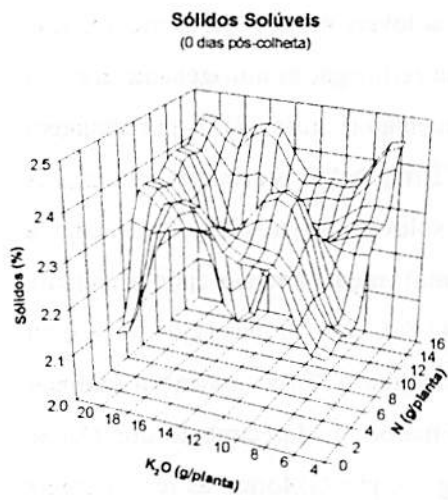


FIGURA 32. Quantificação de sólidos solúveis (%) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

5.4. Acidez

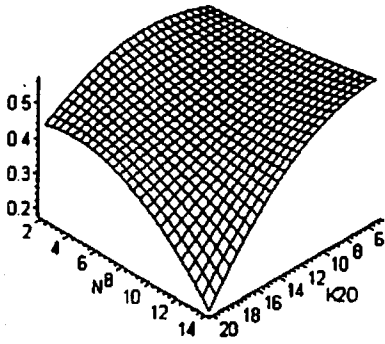
A acidez total titulável, representada pelo teor de ácido cítrico, influencia principalmente o sabor dos frutos. A presença de ácido cítrico nos frutos de pimentão teve a tendência de ser menos acentuada quando aumentou-se as doses tanto de N quanto de K_2O no solo, dados observados no dia da colheita e 5 dias após o armazenamento dos frutos (Figura 33). Entretanto as diferenças numéricas não foram grandes, mostrando pequena influência dos tratamentos no conteúdo de ácidos nos frutos do pimentão. Sampaio e Fontes (1998), trabalhando com doses de K_2O em tomateiro, não observaram influência dos tratamentos na acidez total dos frutos. De forma similar, Moral et al. (1996) e Elkner e Kaniszewski (1993) não encontraram efeito de fertilizantes químicos sobre os teores de ácido cítrico em frutos de tomateiro. Segundo Panagiotopoulos e Fordham (1995), frutos de tomate com teores de ácido cítrico abaixo de 0,44% são considerados insípidos. O “flavor” está relacionado com a presença de diversos constituintes químicos, sendo os açúcares (°Brix) e ácidos e as suas interações os mais importantes. Neste caso, quanto maior o teor de açúcar e de ácido, melhor o sabor do fruto (Grierson e Kader, 1986).

5.5. pH

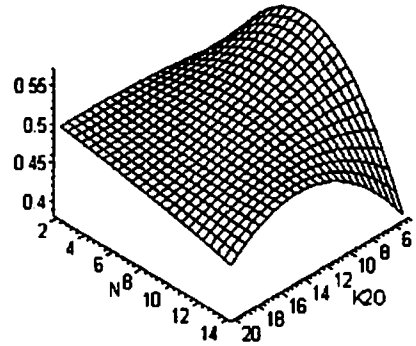
Os valores do pH nos frutos não foram influenciados pelas doses de nitrogênio e potássio aplicadas no solo. Sampaio (1996) também não constatou influência do potássio aplicado no solo sobre o pH em frutos de tomateiro.

Os valores de pH encontrados neste experimento encontram-se acima de 4,5, limite estabelecido para separar frutos ácidos de não ácidos (Gould, 1974). O pH baixo é mais importante quando o fruto vai ser submetido ao processo industrial, como no caso de tomates, face à inibição do crescimento de bactérias.

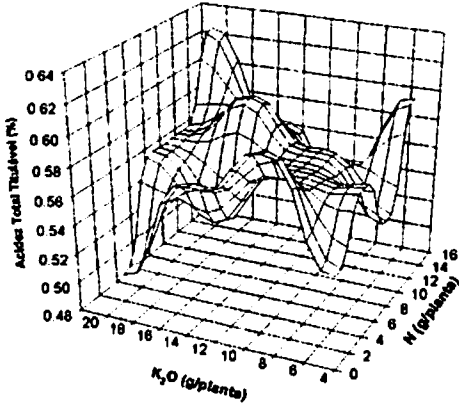
Acidez Total Titulável
(0 dias pós-colheita)



Acidez Total Titulável
(5 dias pós-colheita)



Acidez Total Titulável
(10 dias pós-colheita)



Acidez Total Titulável
(15 dias pós-colheita)

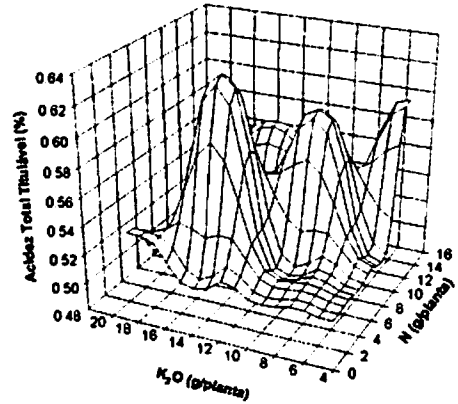


FIGURA 33. Acidez total titulável (%) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

O pH e a acidez titulável podem comportar-se de forma diferente nos frutos. O pH de uma solução é a medida da concentração do H⁺ ou OH⁻ livres; em soluções puras de ácido ou base, ele é proporcional à concentração dos íons. Entretanto, em soluções de frutos ou vegetais, devido à presença de colóides e sais tampões que influenciam a leitura do pH, podem ocorrer soluções com o mesmo pH e teor de acidez titulável diferente (Gould, 1974).

5.6. Pectina Solúvel

O maior teor de pectina solúvel, dentre os tratamentos de fertirrigação (Figura 34), teve um aumento pouco significativo desde a colheita dos frutos de pimentão (15,53 mg 100g⁻¹) até o último dia de armazenamento (17,11 mg 100g⁻¹). Seria normal um aumento drástico no teor da pectina solúvel durante o amadurecimento dos frutos segundo Steele, McCann e Roberts (1997). Uma possível explicação para isto não ter sido constatado é não ter ocorrido o completo amadurecimento dos frutos. Estes se conservaram muito bem até o último dia de armazenamento, certamente devido à presença do filme plástico envolvendo as bandejas de isopor, e se mostraram ligeiramente manchados de vermelho. Outra hipótese é a disponibilidade de cálcio nos frutos devido às pulverizações semanais no campo, dirigidas aos frutos, visando evitar o aparecimento de podridão apical. A última análise de cálcio nos frutos, realizada na colheita aos 210 dias após o transplântio, mostrou o teor de 3,6 g kg⁻¹ de cálcio nos frutos. De acordo com Hamilton e Ogle (1962), o valor de 1,8 g kg⁻¹ de cálcio é encontrado em frutos com podridão apical, enquanto frutos isentos deste distúrbio contêm 2,4 g kg⁻¹. Segundo Fischer e Bennett (1991), o cálcio forma pontes inter e intramoleculares com as pectinas. Ele se liga covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de cálcio, que restringe a ação de enzimas como a poligalacturonase e a pectinametilsterase, restringindo

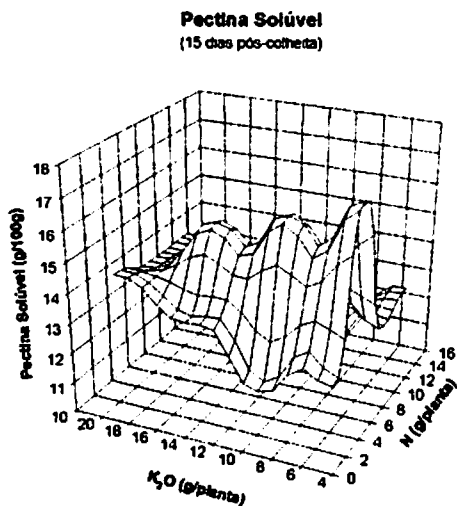
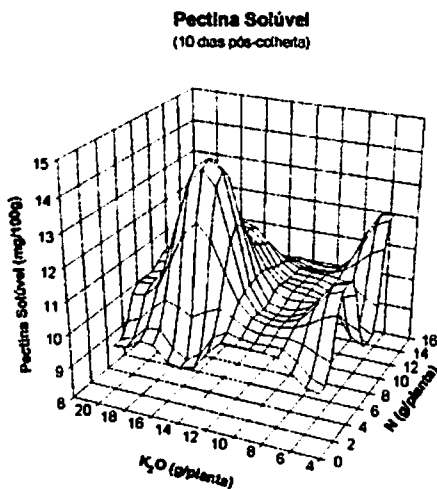
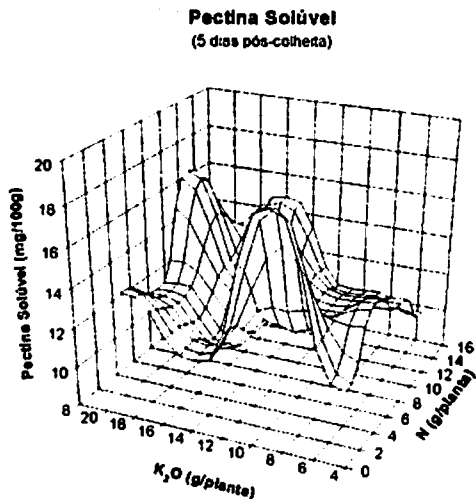
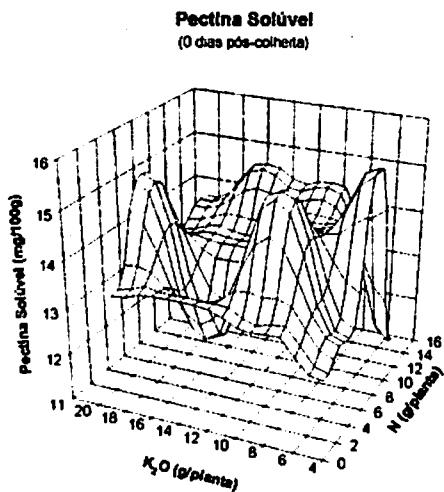


FIGURA 34. Quantificação da pectina solúvel ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

o amaciamento dos frutos (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). Estudos sobre a senescência foliar e sobre o amadurecimento de frutos têm indicado que a taxa de senescência depende da quantidade de cálcio no tecido (Poovaiah, 1986). Segundo Conway, Sams e Watada (1995) e Scalon (1996), pulverizações e imersões de frutos em cloreto de cálcio retardam o seu amaciamento e senescência em função de um aumento do cálcio ligado à parede celular.

As diferenças numéricas entre os tratamentos são consideradas pequenas. Para a avaliação realizada imediatamente após a colheita obteve-se a diferença de 4,26 mg 100g⁻¹ entre os tratamentos com o menor e com o maior valor de pectina solúvel. Após 5 dias de armazenamento obteve-se 8,66, com 10 dias 3,38 e com 15 dias 6,49 mg 100g⁻¹ de diferença.

5.7. Pectina Total

A pectina total aumentou à medida que aumentou-se as doses de N no solo (Figura 35), sendo que os maiores valores observados foram obtidos com a maior dose de N (14g de N por planta) para a análise feita sem armazenamento dos frutos (465,89mg 100g⁻¹), com o armazenamento de 10 dias (699,37 mg 100g⁻¹) e com o armazenamento de 15 dias (430,45 mg 100g⁻¹). Vale ressaltar, também, que os níveis mais altos da pectina total nos frutos aumentaram com o tempo de armazenamento até 10 dias (465,89 mg 100g⁻¹, sem armazenamento; 592,72 mg 100g⁻¹, com 5 dias e 699,37 mg 100g⁻¹ com 10 dias). A influência das doses de K₂O foi mais marcante quando se aplicou a maior dose de N (14 g por planta), quando 12 g de K₂O por planta permitiram o maior acúmulo de pectina total, tanto para os frutos não armazenados quanto para os frutos armazenados por 10 dias (Figura 35).

As oscilações no conteúdo da pectina total nos frutos de pimentão, ocorridas entre os tratamentos, podem ser um reflexo do “turn over”

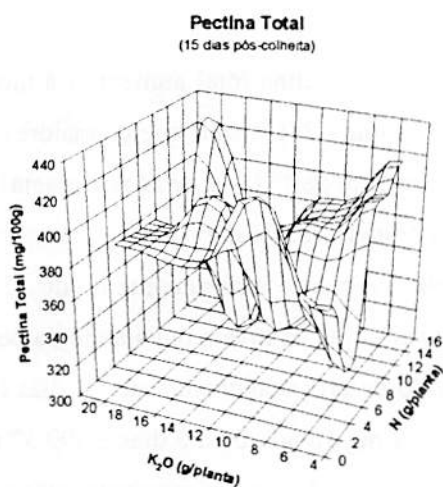
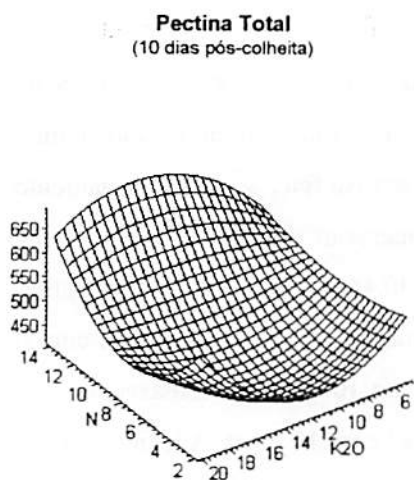
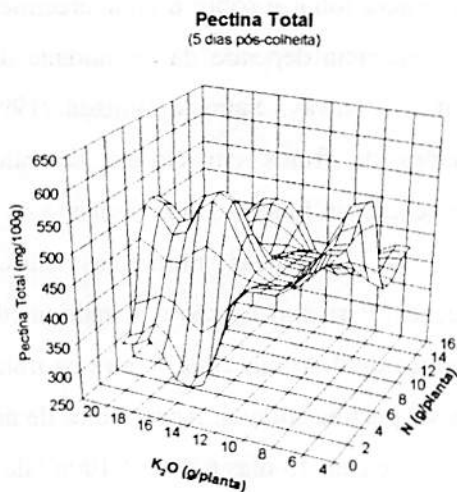
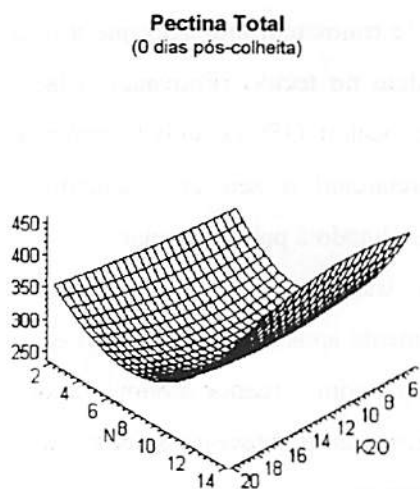


FIGURA 35. Quantificação da pectina total ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em frutos de pimentão armazenados em bandejas de isopor, aos 0, 5, 10 e 15 dias pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

(metabolismo dinâmico) das pectinas na parede celular, ou seja, elas se degradam (diminuindo o conteúdo da pectina total) e se formam (aumentando novamente o seu conteúdo) durante o período de armazenamento.

Os resumos das análises de variância encontram-se no Anexo D e os modelos ajustados para as figuras estão dispostos na Tabela 15.

Considerações Gerais:

Apesar de existirem diferenças estatísticas dos tratamentos nitrogenados e potássicos sobre as características avaliadas durante a fase pós-colheita do pimentão (textura, sólidos solúveis, acidez total titulável, pectinas solúvel e total) em termos práticos as diferenças não são relevantes. Ocorreram apenas pequenas oscilações numéricas podendo essas terem sido mais influenciadas por condições ambientais ou intrínsecas do próprio fruto do que por efeito dos tratamentos.

TABELA 15. Equações de regressão e coeficientes de correlação (R^2) para as análises físico-químicas dos frutos no dia da colheita (tempo 1), após 5 dias (tempo 2), 10 dias (tempo 3) e 15 dias de armazenamento (tempo 4). UFLA, Lavras-MG, 2000.

TEMPO 1		
VARIÁVEL	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	R^2
Acidez Total Titulável	$0.2955 + 0.05525 N + 0.0513175 K - 0.013635 N^*K - 0.0028125 N^2 - 0.0023275 K^2 + 0.000655 N^*K^2 + 0.000828125 N^2*K - 0.000040625 N^2*K^2$	0.69
Pectina Total	$344.02353124965 - 18.06206249988 N + 10.85189875 K - 6.0892975 N^*K + 1.59105468749 N^2 - 0.36827625 K^2 + 0.2616525 N^*K^2 + 0.4310578125 N^2*K - 0.0193484375 N^2*K^2$	0.92
Textura	$7.9520625 + 0.105875 N - 0.3606925 K + 0.048685 N^*K - 0.01882812500 N^2 + 0.0168075 K^2 - 0.003115 N^*K^2 - 0.000559375 N^2*K + 0.000065625 N^2*K^2$	0.77
TEMPO 2		
VARIÁVEL	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	R^2
Acido Citrico	$0.3003125 + 0.0975 N + 0.02186 K - 0.010995 N^*K - 0.007265625 N^2 - 0.00059 K^2 + 0.000305 N^*K^2 + 0.0008625 N^2 * K - 0.000025 N^2 * K^2$	0.76
pH	$3.19088541667 + 0.441328125 N + 0.05295625 K - 0.0050375 N^*K - 0.01772135417 N^2 - 0.00096875 K^2 + 0.0000125 N^*K^2 - 0.0000265625 N^2*K + 0.0000046875 N^2*K^2 + 3.4671875 1/N$	0.94
TEMPO 3		
VARIÁVEL	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	R^2
Pectina Total	$757.5151875 - 1.594125 N - 50.3507175 K - 2.363965 N^*K - 2.028984375 N^2 + 2.4185725 K^2 - 0.022845 N^*K^2 + 0.673221875 N^2*K - 0.019340625 N^2*K^2$	0.81
Sólidos	$2.2703125 + 0.113125 N - 0.06209 K - 0.00762 N^*K - 0.006640625 N^2 + 0.00278 K^2 + 0.00024 N^*K^2 + 0.0009 N^2*K - 0.0000375 N^2*K^2$	0.77
TEMPO 4		
VARIÁVEL	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	R^2
Sólidos	$3.8230625 - 0.3255 N - 0.2629875 K + 0.0666 N^*K + 0.018671875 N^2 + 0.0101475 K^2 - 0.00257 N^*K^2 - 0.003615625 N^2*K + 0.000140625 N^2*K^2$	0.86
Peso	$104.74455208 + 0.019828125 N + 0.88182125 K - 0.3462425 N^*K - 0.07313802 N^2 - 0.00411875 K^2 + 0.0066375 N^*K^2 + 0.0255671875 N^2*K - 0.0006578125 N^2*K^2 - 36.8703125 1/N$	0.86

6. Conclusão

Considerando-se os resultados obtidos conclui-se que:

- As doses de nitrogênio e de potássio, aplicados via fertirrigação, na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Fortuna Super F₁), influenciaram as características pós-colheita dos frutos de forma não relevante, durante 15 dias de armazenamento.

7. Referências Bibliográficas

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. FNP consultoria e comércio. São Paulo. Argos, 2000, 546 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 5. ed. Washington, 1990, 2 v.

BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.398, p.31-39, 1995.

ELKNER, K.; KANISZEWSKI, S. Effect of drip irrigation and mulching on quality of tomato fruits. **Acta Horticulturae**, v.379, p.349-354, 1993.

FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p. 675-703, 1991.

GONZÁLEZ, G. ; TIZNADO, M. Postharvest physiology of bell peppers stored in low density polyethylene bags. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Sonora, v.26, n.5. p.450-455, 1993.

- GOULD, W.A. **Tomato production, processing and quality evaluation**. Westport: The AVI, 1974. 445 p.
- GRIERSON, D.; KADER, A.A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (eds.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986. Cap. 6, p. 241-280.
- HAMILTON, L. C.; OGLE, W.L. The influence of nutrition on blossom-end rot of pimiento peppers. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.80, p. 457-461, 1962.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.
- MEDINA, P.V.L. Alguns aspectos da fisiologia pós-colheita e a qualidade dos produtos perecíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, Jaboticabal, 1984. **Palestras...** Brasília: EMBRAPA/DDT, 1984. p. 150-158.
- MEIR, S.; ROSENBERGER, I.; AHARON, Z.; GRINBERG, S.; FALLIK, E. Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper (cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Bet Dagan, v.5, n.4, p. 303-309, 1995.
- MORAL, R.; NAVARRO PEDRENO, J.; GOMEZ, I.; PALACIOS, G. ; MATAIX, J. Tomato fruit yield and quality are affected by organic and inorganic fertilization and cadmium pollution. **Journal of Plant Nutrition**, v.19, n.12, p. 1493-1498, 1996.
- PANAGIOTOPOULOS, L.J.; FORDHAM, R. Effects of water stress and potassium fertilization on yield and quality (flavour) of table tomatoes (*Lycopersicon sculentum* Mill. L.). **Acta Horticulturae**, v. 379, p.113-120, 1995.
- POOVAIAH, B.H. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.86-88, May 1986.

- SAKURAI, N.; NEVINS, D. Changes in physical properties and cell wall polysaccharides of tomato (*Lycopersicon esculentum*) pericarp tissues. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.89, n.4, p.681-686, Dec.1993.
- SALUNKHE, D.K.; BOLIM, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. Boca Raton: CRC, 1991. 323p.
- SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p.136-139, nov. 1998.
- SAMPAIO, R.A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. Viçosa: UFV, 1996. 117 p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).
- SCALON, S. de P.Q. **Qualidade do morango: efeito do CaCl₂ sobre a parede celular e níveis residuais de benomyl**. Lavras: UFLA, 1996. 105 p. (Tese-Doutorado em Ciências dos Alimentos).
- SIGRIST, J.M.M. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CEREDA, M.P.; SANCHEZ, L. **Manual de armazenamento e embalagem de produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1983. p. 1-12.
- STEELE, N.A.; McCANN, M.C.; ROBERTS, K. Pectin modification in cell walls of ripening tomatoes occurs in distinct domains. **Plant Physiology**, Washington, v.114, n.1, p.373-381, May 1997.
- WILLUNSEN, J.; PETERSEN, K.K.; KAACK, K. Yield and blossom-end rot of tomato as affected by salinity and cation activity ratios in the root zone. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.71, n.1, p.81-98, 1996.

ANEXOS:

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância do peso da matéria fresca de frutos de pimentão, do tipo 1 (PF 1) e tipo 2 (PF 2). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	164
TABELA 2A	Resumo da análise de variância do peso da matéria fresca de frutos de pimentão, do tipo 3 (PF 3) e peso da matéria fresca total (PF t). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	164
TABELA 3A	Resumo da análise de variância do número de frutos de pimentão, do tipo 1 (NF 1) e do tipo 2 (NF 2). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	164
TABELA 4A	Resumo da análise de variância do número de frutos de pimentão, do tipo 3 (NF 3) e número de frutos total (NFt). UFLA, Lavras-MG, 2000.....	165
TABELA 5A	Resumo da análise de variância do peso da matéria seca da parte aérea (MS da parte aérea) das plantas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	165

TABELA 1 A. Resumo da análise de variância do peso da matéria fresca de frutos de pimentão, do tipo 1 (PF 1) e tipo 2 (PF 2). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	PF 1		PF 2	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	1	1.265243	0.0002	43.86566	0.0000
N	3	0.227506	0.0213	2.412468	0.0597
K	3	0.223395	0.0227	0.353349	0.7205
N*K	9	0.122186	0.0699	0.678355	0.5736
Erro	15	0.052181		0.783835	
CV (%)		20,73		16,89	

TABELA 2 A. Resumo da análise de variância do peso da matéria fresca de frutos de pimentão, do tipo 3 (PF 3) e peso da matéria fresca total (PF t). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	PF 3		PF t	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	1	0.017205	0.5529	62.086010*	0.0000
N	3	0.087000	0.1791	2.030177	0.2237
K	3	0.023053	0.6919	1.132567	0.4589
N*K	9	0.035169	0.6586	1.434029	0.3872
Erro	15	0.046684		1.242801	
CV (%)		26,78		15,59	

TABELA 3 A. Resumo da análise de variância do número de frutos de pimentão, do tipo 1 (NF 1) e do tipo 2 (NF 2). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	NF 1		NF 2	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	1	94.112340	0.0000	6199.68962	0.0000
N	3	12.329309	0.0241	334.106611	0.0504
K	3	11.435737	0.0306	52.726478	0.6767
N*K	9	6.526582	0.0825	92.755442	0.5413
Erro	15	44.049294		101.919515	
CV (%)		21,18		16,52	

TABELA 4 A. Resumo da análise de variância do número de frutos de pimentão, do tipo 3 (NF 3) e número de frutos total (NFt). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	NF 3		NF t	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	1	194.439200	0.0329	10482.7960	0.0000
N	3	52.122304	0.2602	415.585442	0.1455
K	3	23.514604	0.5849	202.638825	0.4134
N*K	9	30.698307	0.5691	200.200072	0.4779
Erro	15	35.224220		199.560126	
CV (%)		27,47		15,56	

TABELA 5 A. Resumo da análise de variância do peso da matéria seca da parte aérea (MS da parte aérea) das plantas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	MS da parte aérea	
		QM	Pr>Fc
Bloco	1	0.173019	0.0000
N	3	0.020602	0.0007
K	3	0.010388	0.0127
N*K	9	0.004224	0.1036
Erro	15	0.002049	
CV (%)		12,93	

ANEXO B	Página
TABELA 1B Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	168
TABELA 2B Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes potássio (K) e cálcio (Ca) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	168
TABELA 3B Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	169
TABELA 4B Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes cobre (Cu) e zinco (Zn) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	169
TABELA 5B Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	170
TABELA 6B Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	170
TABELA 7B Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	170
TABELA 8B Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes cobre (Cu) e zinco (Zn), na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	171
TABELA 9B Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn), na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	171

TABELA 10B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K), na 2ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	171
TABELA 11B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), na 2ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	171
TABELA 12B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para o micronutriente zinco (Zn), na 2ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	172
TABELA 13B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para o macronutriente nitrogênio (N), na 3ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	172
TABELA 14B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes manganês (Mn) e zinco (Zn), na 3ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	172
TABELA 15B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P), na 4ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	172
TABELA 16B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S), na 4ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	173
TABELA 17B	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes manganês (Mn) e cobre (Cu), na 4ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	173

TABELA 1 B. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	N		P	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	290.826158	0.0000	0.172034	0.0226
K	3	280.124102	0.0000	0.075727	0.2045
N*K	9	165.024426	0.0000	0.184831	0.0020
Erro 1	30	6.567200		0.046626	
Época	3	3169.13521	0.0000	9.0978199	0.0000
Época*N	9	70.954019	0.0000	0.141532	0.0003
Época*K	9	92.353815	0.0000	0.025949	0.7045
Época*N*K	27	78.021312	0.0000	0.101662	0.0001
Erro 2	98	5.842023		0.036898	
CV 1 (%)			6,43		8,50
CV 2 (%)			6,07		7,56

TABELA 2 B. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes potássio (K) e cálcio (Ca) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	K		Ca	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	27.410407	0.0088	60.446784	0.0303
K	3	15.991835	0.0629	75.363458	0.0130
N*K	9	9.013790	0.1842	28.041919	0.1669
Erro 1	30	5.908112		17.765196	
Época	3	3928.68852	0.0000	9773.79652	0.0000
Época*N	9	27.658392	0.0000	90.937549	0.0000
Época*K	9	36.294910	0.0000	118.660154	0.0000
Época*N*K	27	27.342181	0.0000	63.009690	0.0000
Erro 2	98	5.497550		13.231139	
CV 1 (%)			12,16		10,93
CV 2 (%)			11,73		9,43

TABELA 3 B. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Mg		S	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	1.142931	0.0096	0.552971	0.0001
K	3	28.266710	0.0000	0.608976	0.0000
N*K	9	4.925373	0.0000	0.316965	0.0001
Erro 1	30	0.250921		0.055836	
Época	3	95.126201	0.0000	16.484432	0.0000
Época*N	9	0.841045	0.0055	0.276722	0.0001
Época*K	9	8.120929	0.0000	0.287709	0.0000
Época*N*K	27	2.662660	0.0000	0.381670	0.0000
Erro 2	98	0.298791		0.062193	
CV 1 (%)		7,15		6,31	
CV 2 (%)		7,81		6,66	

TABELA 4 B. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes cobre (Cu) e zinco (Zn) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Cu		Zn	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	81301.5709	0.0000	914.487635	0.0000
K	3	44851.4217	0.0000	157.701176	0.0000
N*K	9	25565.9049	0.0000	135.159903	0.0000
Erro 1	30	210.298034		14.471514	
Época	3	2008447.00	0.0000	2183.52930	0.0000
Época*N	9	14335.5869	0.0000	80.854115	0.0000
Época*K	9	24540.9098	0.0000	53.053292	0.0001
Época*N*K	27	20633.6434	0.0000	64.903984	0.0000
Erro 2	98	211.464385		11.863175	
CV 1 (%)		7,75		7,02	
CV 2 (%)		7,77		6,36	

TABELA 5 B. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn) em folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Fe		Mn	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	1674727.9485	0.0000	172612.85971	0.0000
K	3	951748.35322	0.0000	4397.315221	0.0003
N*K	9	1032601.5411	0.0000	5969.079749	0.0000
Erro 1	30	12645.657088		511.755699	
Época	3	9943997.3314	0.0000	111550.18772	0.0000
Época*N	9	448937.72371	0.0000	6655.899899	0.0000
Época*K	9	263682.38484	0.0000	2593.398299	0.0000
Época*N*K	27	377691.82072	0.0000	2690.169078	0.0000
Erro 2	98	16368.836211		418.746134	
CV 1 (%)		12,02		9,88	
CV 2 (%)		13,68		8,94	

TABELA 6 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	N			P		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	188,893	0,00000	5	0,127659	0,008641
Desvio	7	50,8544	0,00000	10	0,046313	0,31214
Erro	127	6.023317		125	0.039330	
CV (%)		9.24140			5.707683	

TABELA 7 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Ca			Mg		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	68,39285	0,000515	8	11,2113	0,00000
Desvio	10	8,509741	0,81765	7	2,9913	0,00000
Erro	124	14.36465		128	0.286824	
CV (%)		4.413850			13,28855	

TABELA 8 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes cobre (Cu) e zinco (Zn), na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Cu			Zn		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	149365,1	0,00000	8	99,4062	0,00000
Desvio	7	10046,25	0,00000	7	12,0561	0,4677
Erro	128	211.1727		126	12.51525	
CV (%)		11.9059			4.325248	

TABELA 9 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn), na 1ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Fe			Mn		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	56034,06	0,00077	5	44997,26	0,00000
Desvio	7	11848,08	0,6156	10	2210,393	0,000004
Erro	127	15438.04		126	441.9985	
CV (%)		10.89698			9.513306	

TABELA 10 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K), na 2ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	P			K		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	0,16394	0,00019	8	52,0902	0,0000
Desvio	7	0,07823	0,0616	7	4,8087	0,5533
Erro	125	0.039330		127	5.600191	
CV (%)		5.443199			11.39279	

TABELA 11 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), na 2ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Ca			Mg		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	168,35	0,0000	5	0,960652	0,00707
Desvio	7	37,4694	0,0151	10	0,345331	0,29447
Erro	124	14.36465		128	0.286824	
CV (%)		10.94339			5.916592	

TABELA 12 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para o micronutriente zinco (Zn), na 2ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Zn		
	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	374,3619	0,000000
Desvio	7	53,3772	0,000296
Erro	126	12.515259	
CV (%)	6.96905293		

TABELA 13 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para o macronutriente nitrogênio (N), na 3ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	N		
	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	61,4352	0,0000
Desvio	10	6,7304	0,3543
Erro	127	6.023317	
CV (%)	3.74824644		

TABELA 14 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes manganês (Mn) e zinco (Zn), na 3ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Mn			Zn		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	10396,05	0,0000	8	189,80	0,0000
Desvio	7	1502,43	0,0023	7	40,65	0,0034
Erro	126	441.9985		126	12.51525	
CV (%)	12.24696			6.237359		

TABELA 15 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P), na 4ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	N			P		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	82,95	0,0000	8	0,130095	0,00184
Desvio	10	10,062	0,0946	7	0,07149	0,0894
Erro	127	6.023317		125	0.039330	
CV (%)	6.236682			7.162532		

TABELA 16 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S), na 4ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Mg			S		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	27,2271	0,0000	8	0,61365	0,0000
Desvio	10	2,98864	0,0000	7	0,09333	0,1595
Erro	128	0.286824		128	0.060604	
CV (%)		11.40123			3.826130	

TABELA 17 B. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes manganês (Mn) e cobre (Cu), na 4ª coleta de folhas de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Mn			Cu		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	29793,47	0,00000	8	17400,18	0,00000
Desvio	10	2399,22	0,00000	7	4168,92	0,00000
Erro	126	441.9985		128	211.1727	
CV (%)		11.21021			24.44642	

TABELA 1C	Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	175
TABELA 2C	Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes potássio (K) e cálcio (Ca) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	175
TABELA 3C	Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	176
TABELA 4C	Resumo da análise de variância da análise química dos micronutrientes cobre (Cu) e zinco (Zn) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	176
TABELA 5C	Resumo da análise de variância da análise química dos micronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	177
TABELA 6C	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes fósforo (P) e magnésio (Mg), na 1ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	177
TABELA 7C	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes manganês (Mn) e zinco (Zn), na 1ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	177
TABELA 8C	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K), na 3ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	178
TABELA 9C	Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para o macronutriente enxofre (S), na 3ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	178

TABELA 1 C. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	N		P	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	0.052936	0.0004	0.003362	0.0000
K	3	0.169572	0.0000	0.004062	0.0000
N*K	9	0.085340	0.0000	0.001786	0.0001
Erro 1	15	0.004724		0.000179	
Época	2	0.234251	0.0000	0.013879	0.0000
Época*N	6	0.038216	0.0000	0.000582	0.0039
Época*K	6	0.013790	0.0081	0.000507	0.0085
Época*N*K	18	0.034737	0.0000	0.001489	0.0000
Erro 2	33	0.003895		0.000144	
CV 1 (%)		2,88		4,02	
CV 2 (%)		2,62		3,60	

TABELA 2 C. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes potássio (K) e cálcio (Ca) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	K		Ca	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	0.266515	0.0023	0.002149	0.0125
K	3	0.070718	0.1491	0.003946	0.0010
N*K	9	0.128763	0.0119	0.002957	0.0005
Erro 1	15	0.034388		0.000422	
Época	2	0.089166	0.2076	0.556826	0.0000
Época*N	6	0.295780	0.0005	0.002787	0.0000
Época*K	6	0.131116	0.0472	0.002797	0.0000
Época*N*K	18	0.051894	0.5224	0.001541	0.0001
Erro 2	33	0.054053		0.000351	
CV 1 (%)		6,83		11,24	
CV 2 (%)		8,57		10,25	

TABELA 3 C. Resumo da análise de variância da análise química dos macronutrientes magnésio (Mg) e enxofre (S) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Mg		S	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	0.001112	0.0000	0.001051	0.0036
K	3	0.000351	0.0083	0.000520	0.0434
N*K	9	0.000433	0.0005	0.001042	0.0006
Erro 1	15	0.000062		0.000150	
Época	2	0.005389	0.0000	0.003226	0.0000
Época*N	6	0.000191	0.0092	0.000409	0.0781
Época*K	6	0.000209	0.0056	0.000633	0.0124
Época*N*K	18	0.000166	0.0030	0.000735	0.0004
Erro 2	33	0.000055		0.000194	
CV 1 (%)			4,75		5,19
CV 2 (%)			4,51		5,89

TABELA 4 C. Resumo da análise de variância da análise química dos micronutrientes cobre (Cu) e zinco (Zn) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Cu		Zn	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	18.865278	0.1519	31.067049	0.0002
K	3	19.770278	0.1386	112.688438	0.0000
N*K	9	16.210185	0.1623	26.196308	0.0000
Erro 1	15	9.262194		2.349604	
Época	2	46.923229	0.0106	63.563438	0.0000
Época*N	6	10.691840	0.3336	17.421632	0.0000
Época*K	6	1.823924	0.9732	9.868438	0.0000
Época*N*K	18	14.777164	0.1035	14.795891	0.0000
Erro 2	33	8.952639		1.118513	
CV 1 (%)			22,49		5,27
CV 2 (%)			22,12		3,64

TABELA 5 C. Resumo da análise de variância da análise química dos micronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn) em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Fe		Mn	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
N	3	15072.890000	0.0734	47.218160	0.0000
K	3	17623.238611	0.0487	3.752882	0.2692
N*K	9	13131.149722	0.0584	33.480845	0.0000
Erro 1	15	5310.957083		2.596771	
Época	2	150748.67322	0.0000	696.206979	0.0000
Época*N	6	44975.299479	0.0000	17.295451	0.0002
Época*K	6	19079.863090	0.0032	3.383507	0.3324
Época*N*K	18	10399.342674	0.0201	14.753275	0.0000
Erro 2	33	4582.536780		2.827377	
CV 1 (%)		18,00		7,68	
CV 2 (%)		16,72		8,02	

TABELA 6 C. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes fósforo (P) e magnésio (Mg), na 1ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	P			Mg		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	0,00167	0,000000	5	0,00043	0,000025
Desvio	10	0,000263	0,1033	10	0,000112	0,06
Erro	48	0.000153		48	0.000057	
CV (%)		3.383453			4.123711	

TABELA 7 C. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os micronutrientes manganês (Mn) e zinco (Zn), na 1ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Mn			Zn		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	31,239	0,000000	8	60,6352	0,000000
Desvio	7	8,70	0,008	7	3,1422	0,05
Erro	47	2.769725		46	1.426286	
CV (%)		8.460140			4.370339	

TABELA 8 C. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K), na 3ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	P			K		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	266,68	0,00000	5	0,16318	0,01
Desvio	7	35,52	0,00000	10	0,07869	0,13
Erro	48	0,000153		44	0,049136	
CV (%)	16,31			7.260906		

TABELA 9 C. Resumo da análise de variância, regressão múltipla, para o macronutriente enxofre (S), na 3ª coleta de frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	S		
	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	5	0,0005948	0,01
Desvio	10	0,0002712	0,17
Erro	46	0,000183	
CV (%)	4.69395990		

ANEXO D		Página
TABELA 1D	Resumo da análise de variância da acidez total titulável e pH, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	181
TABELA 2D	Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para as variáveis acidez total titulável e pH. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	181
TABELA 3D	Resumo da análise de variância de pectina total e pectina solúvel, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	181
TABELA 4D	Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para as variáveis pectina total e pectina solúvel. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	182
TABELA 5D	Resumo da análise de variância de textura e sólidos solúveis, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	182
TABELA 6D	Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para as variáveis textura e sólidos solúveis. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	182
TABELA 7D	Resumo da análise de variância do peso, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	183
TABELA 8D	Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para a variável peso de frutos. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	183

TABELA 9D	Resumo da análise de variância regressão múltipla, da acidez total titulável e textura, imediatamente após a colheita (no tempo 0), em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	183
TABELA 10D	Resumo da análise de variância regressão múltipla, de pectina total, imediatamente após a colheita (no tempo 0), em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	184
TABELA 11D	Resumo da análise de variância regressão múltipla, da acidez total titulável e pH, com 5 dias de armazenamento, em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	184
TABELA 12D	Resumo da análise de variância regressão múltipla, de pectina total e sólidos solúveis, com 10 dias de armazenamento, em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	184
TABELA 13D	Resumo da análise de variância regressão múltipla, de peso e sólidos solúveis, com 15 dias de armazenamento, em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	184

TABELA 1 D. Resumo da análise de variância da acidez total titulável e pH, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Acidez Total Titulável		PH	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	0.001406	0.6565	0.284054	0.0065
Tratamento	15	0.005524	0.1113	0.075720	0.1351
Erro 1	30	0.003295		0.047515	
Tempo	3	0.036163	0.0078	0.949317	0.0002
Erro 2	6	0.003351		0.023262	
Trat.*Tempo	45	0.005459	0.0005	0.043039	0.5420
Erro 3	90	0.002425		0.044568	
CV 1 (%)			10.65		3.76
CV 2 (%)			10.74		2.63
CV 3 (%)			9.13		3.64

TABELA 2 D. Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para as variáveis da acidez total titulável e pH. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Acidez Total Titulável			pH		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Trat. Tempo 0	15	0.007500	0.0008	15	0.019102	0.9702
Trat. Tempo 5	15	0.005097	0.0266	15	0.060208	0.1954
Trat. Tempo 10	15	0.003319	0.2410	15	0.056764	0.2430
Trat. Tempo 15	15	0.005986	0.0076	15	0.068764	0.1091
Resíduo	118	0,002642		120	0.045304	

TABELA 3 D. Resumo da análise de variância de pectina total e pectina solúvel, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Pectina Total		Pectina Solúvel	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	639.117873	0.7557	0.742252	0.7381
Tratamento	15	20620.7884	0.0000	8.365574	0.0019
Erro 1	30	2260.36023		2.419370	
Tempo	3	354813.223	0.0000	74.473208	0.0048
Erro 2	6	1324.78311		5.673274	
Trat.*Tempo	45	14369.7827	0.0000	10.309770	0.0000
Erro 3	90	1890.01806		2.155454	
CV 1 (%)			11.24		12.31
CV 2 (%)			8.60		18.85
CV 3 (%)			10.28		11.62

TABELA 4 D. Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para as variáveis pectina total e pectina solúvel. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Pectina Total			Pectina Solúvel		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Trat. Tempo 0	15	15768.46922	0.0000	15	4.778245	0.0116
Trat. Tempo 5	15	21780.78750	0.0000	15	18.488804	0.0000
Trat. Tempo 10	15	22422.95789	0.0000	15	6.631472	0.0004
Trat. Tempo 15	15	3757.922038	0.0300	15	9.396363	0.0000
Resíduo	119	1982.603610		120	2,221433	

TABELA 5 D. Resumo da análise de variância de textura e sólidos solúveis, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Textura		Sólidos Solúveis	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	7.528490	0.0017	0.154375	0.0500
Tratamento	15	1.543935	0.1266	0.100552	0.0354
Erro 1	30	0.952156		0.046542	
Tempo	3	79.993009	0.0000	1.365747	0.0001
Erro 2	6	0.986944		0.026528	
Trat.*Tempo	45	0.982615	0.0071	0.046043	0.4530
Erro 3	90	0.533153		0.044991	
CV 1 (%)			19.39		9.07
CV 2 (%)			19.74		6.84
CV 3 (%)			14.51		8.91

TABELA 6 D. Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para as variáveis textura e sólidos solúveis. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Textura			Sólidos Solúveis		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Trat. Tempo 0	15	2.368541	0.0000	15	0.051944	0.3249
Trat. Tempo 5	15	0.954552	0.1185	15	0.032431	0.7656
Trat. Tempo 10	15	0.757954	0.2913	15	0.092875	0.0172
Trat. Tempo 15	15	0.410733	0.8325	15	0.061431	0.1816
Resíduo	111	0.637904		119	0.045378	

TABELA 7 D. Resumo da análise de variância do peso, em frutos de pimentão, durante a pós-colheita. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Peso de Frutos	
		QM	Pr>Fc
Bloco	2	13.472031	0.0508
Tratamento	15	4.653747	0.3674
Erro 1	30	4.087642	
Tempo	3	401.258108	0.0000
Erro 2	6	1.852587	
Trat.*Tempo	45	3.777293	0.5426
Erro 3	90	3.912939	
CV 1 (%)			2.11
CV 2 (%)			1.42
CV 3 (%)			2.06

TABELA 8 D. Resumo da análise do desdobramento dos tratamentos, dentro de cada um dos tempos de armazenamento, 0, 5, 10 e 15 dias, para a variável peso de frutos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Peso de Frutos		
	GL	QM	Pr>Fc
Trat. Tempo 0	15	0.000000	1.0000
Trat. Tempo 5	15	0.455542	1.0000
Trat. Tempo 10	15	0.331653	1.0000
Trat. Tempo 15	15	15.198431	0.0000
Residuo	120	3,956615	

TABELA 9 D. Resumo da análise de variância regressão múltipla, da acidez total titulável e textura, imediatamente após a colheita (no tempo 0), em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Acidez Total Titulável			Textura		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	0.009442	0,000956	8	3,399009	0,000011
Desvio	7	0.004893	0,074090	7	1,187003	0,073321
Erro	118	0.002642		118	0.637904	
CV (%)			7.27			9.673529

TABELA 10 D. Resumo da análise de variância regressão múltipla, de pectina total, imediatamente após a colheita (no tempo 0), em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Pectina Total		
	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	27337,559	0,000000
Desvio	7	2545,7082	0,258230
Erro	118	1982.60361	
CV (%)		8.7955041	

TABELA 11 D. Resumo da análise de variância regressão múltipla, da acidez total titulável e pH, com 5 dias de armazenamento, em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Acidez Total Titulável			pH		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	0,007293	0,007848	9	0,093856	0,03723
Desvio	7	0,002679	0,429345	6	0,009061	0,99376
Erro	118	0.002642		120	0.045304	
CV (%)		5.946886			0.915876	

TABELA 12 D. Resumo da análise de variância regressão múltipla, de pectina total e sólidos solúveis, com 10 dias de armazenamento, em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Pectina Total			Sólidos Solúveis		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	8	33892,17	0,00000	8	0,131671	0,0054
Desvio	7	9315,54	0,000110	7	0,043832	0,4659
Erro	119	1982.603		120	0.045378	
CV (%)		10.51339			5.221398	

TABELA 13 D. Resumo da análise de variância regressão múltipla, de peso e sólidos solúveis, com 15 dias de armazenamento, em frutos de pimentão. UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	Peso de Frutos			Sólidos Solúveis		
	GL	QM	Pr>Fc	GL	QM	Pr>Fc
Modelo	9	21,72786	0,0000026	8	0,098295	0,03474
Desvio	6	5,403129	0,211239	7	0,018023	0,9202
Erro	120	3.956615		120	0.045378	
CV (%)		1.441463			2.951370	