



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
NÍVEL: DOUTORADO

FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CULTIVO DO  
PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

EDIVAN SILVA NUNES JÚNIOR

Agosto de 2013  
Mossoró-RN

EDIVAN SILVA NUNES JÚNIOR

FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CULTIVO DO  
PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Tese apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte das exigências, para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical.

**ORIENTADOR: D.Sc. José Francismar de Medeiros**  
**CO ORIENTADOR: D.Sc. Francisco de Assis Oliveira**

Agosto de 2013  
Mossoró-RN

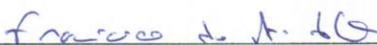
FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CULTIVO DO  
PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Tese apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido,  
como parte das exigências, para  
obtenção do título de Doutor em  
Fitotecnia.

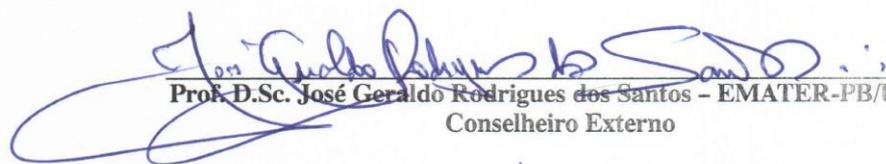
APROVADA EM: 22/08/2013.

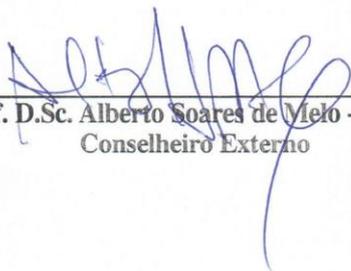
BANCA EXAMINADORA

  
Prof. D.Sc. José Francimar de Medeiros - UFERSA  
Orientador

  
Prof. D.Sc. Francisco de Assis de Oliveira - UFERSA  
Conselheiro

  
Profa. Dra.Sc. Maria Zuleide de Negreiros - UFERSA  
Conselheira

  
Prof. D.Sc. José Geraldo Rodrigues dos Santos - EMATER-PB/UEPB  
Conselheiro Externo

  
Prof. D.Sc. Alberto Soares de Melo - UEPB  
Conselheiro Externo

**O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência**

N972f Nunes Júnior, Edivan da Silva.

Fertirrigação nitrogenada e potássica no cultivo do pimentão em ambiente protegido / Edivan da Silva Nunes Júnior -- Mossoró, 2014.

113f.: il.

Orientador: Prof. Dr José Francismar de Medeiros.  
Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Acúmulo de massa seca. 2. *Capsicum annuum* L. 3. Nitrogênio. 4. Potássio. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/630-14

CDD: 635.643

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba  
CRB-15/452

**Aos meus amados filhos: Vinícius Melo Nunes, Cauê Almeida Nunes e Eduardo Almeida Nunes, por serem a força e a razão da realização de qualquer trabalho em minha vida.**

*DEDICO*

**Aos meus pais Edvan da Silva Nunes e Maria Dilma de Araújo Nunes, meus irmãos Kalina e Edmundo, minhas avós Dona Mocinha e Avani e minha tia Neta (*in memoriam*), pelo apoio, confiança e carinho.**

*OFEREÇO*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela proteção e guia em todos os momentos da minha vida;

a minha querida e abençoada família, Edvan Nunes (pai), Maria Dilma (mãe), Kalina Lígia e Edmundo Nunes (irmãos), aos meus filhos Vinícius, Cauê e Eduardo;

à UFERSA e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade;

ao professor José Francismar de Medeiros, pela valiosa orientação, sugestões e ideias;

ao professor Francisco de Assis de Oliveira (Tikão), pela orientação, estímulo, confiança e disponibilidade;

aos professores Joaquim Odilon, Manuel Januário e Elizângela Cabral, pelas valiosas contribuições no decorrer do curso;

aos professores examinadores José Geraldo Rodrigues, Alberto Soares de Melo e Zuleide Negreiros, pelas valiosas contribuições;

aos amigos Amison Santana, Ivan Remígio e Leonardo Elias, grandes companheiros de moradia;

a minha grande amiga Maria Amâncio pelo apoio, incentivo e companheirismo durante o curso.

à equipe de trabalho e pesquisa: Paulo Sérgio, Cássia, Luan, Mardones, Lucieudo, Arthur, Lucas, Rodolfo, Ricardo, Leôncio, Líssia, Rivanildo e Nicole, que nos ajudaram bastante nas diversas etapas do trabalho;

aos amigos e colegas de trabalho da UEPB, professores (as): Pedro Ferreira, Fabiana Xavier, Samara Sibelle, Joana Barreto, Damaceno e Alcides Almeida pelo apoio e incentivo durante o período do doutorado;

as minhas vizinhas (os) Edione, Heloisa, Taliane e Diego pelo convívio;

à UEPB pelo apoio e incentivo na qualificação profissional;

aos funcionários da Pós-graduação em Fitotecnia: Socorro, Neto e Dona Lúcia;

aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, em especial aos Coordenadores Vander Mendonça e Francisco Cláudio;

e a todos aqueles, que mesmo não citados, sabem que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

**MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS**

## RESUMO GERAL

NUNES JÚNIOR, Edivan Silva. **Fertirrigação nitrogenada e potássica no cultivo do pimentão em ambiente protegido**. 2013. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

A olericultura é uma atividade rentável quando praticada em condições adequadas e, principalmente, sob mercado favorável para comercialização, por isso torna-se imprescindível a busca de novas tecnologias para aumento da produtividade das culturas. No Brasil, o cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.) é realizado tradicionalmente em campo aberto, gerando uma produtividade entre 25 e 50 t ha<sup>-1</sup>. Atualmente, o cultivo em ambiente protegido com o uso da fertirrigação por gotejamento tem se tornado prática viável agronomicamente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar três manejos de fertirrigação, utilizando extratores providos de cápsula porosa, sobre as características de crescimento, produção e partição de fitomassa da cultura do pimentão nas condições de Mossoró, Rio Grande do Norte. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial, onde os tratamentos foram formados pela combinação de três manejos de fertirrigação (M<sub>1</sub>= fertirrigação manejada pela marcha de absorção da cultura do pimentão; M<sub>2</sub>= fertirrigação monitorada pelo controle da condutividade elétrica da solução do solo; M<sub>3</sub>= fertirrigação controlada pela concentração dos íons NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e K<sup>+</sup> na solução do solo), cinco proporções de aplicação de Nitrogênio e Potássio (NK) (0%, 50%, 100%, 150% e 200%) e quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais. A variedade de pimentão estudada foi *All Big*, do grupo “Cascadura”. As colheitas, em número de seis, foram efetuadas a partir dos 70 dias após o transplântio, e as demais em intervalos semanais. O experimento foi encerrado aos 120 dias após o transplântio. As características avaliadas foram: altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca do caule, folha, fruto e total; massa do fruto total, número total de frutos, produção comercial e não comercial, comprimento e diâmetro do fruto e espessura da polpa. Além da condutância estomática e teor de clorofila. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que as variáveis de crescimento estudadas foram influenciadas tanto pelos manejos de fertirrigação quanto pelas proporções de NK utilizados. A fertirrigação a partir do monitoramento dos íons NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e K<sup>+</sup> (M<sub>3</sub>) proporcionou os melhores resultados para as variáveis estudadas, a exemplo da área foliar (9009,57 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) e altura de plantas (111 cm). Houve efeito significativo da interação Manejo x Proporção de NK, bem como dos fatores isolados sob todas as variáveis de fitomassa seca da cultura estudadas, com exceção da massa seca da raiz. Para a variável Massa Seca do Fruto verificou-se que as proporções de NK 100% e 150% promoveram as melhores respostas no M<sub>2</sub> (50 g planta<sup>-1</sup>) e M<sub>3</sub> (46 g planta<sup>-1</sup>), respectivamente. Analisando o efeito dos manejos de fertirrigação em cada proporção de NK aplicado para Massa Seca Total, verificou-se diferença estatística em todas as proporções de NK, com exceção da proporção 0% e 100%. Observou-se ainda que o maior

valor para essa variável ( $217 \text{ g planta}^{-1}$ ) foi constatado no  $M_3$  e proporção NK 150%. Assim, pode-se concluir que o crescimento das plantas de pimentão, cultivado em ambiente protegido, pode ser influenciado pelo tipo de manejo da fertirrigação empregado; O uso da fertirrigação com base no monitoramento dos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$ , no cultivo do pimentão, em ambiente protegido, foi o que promoveu melhores resultados, quando comparados aos resultados da fertirrigação através da marcha de absorção da cultura.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L., Acúmulo de massa seca, Nitrogênio, Potássio.

## ABSTRACT

NUNES JÚNIOR, Edivan Silva. **Nitrogenous and potassic fertigation on the sweet pepper cultivation in protected environment**. 2013. 113f. Doctoral Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechnology) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

The olericulture is a profitable activity when it is practiced in appropriate conditions, and especially under favorable market to commercialization, so it is essential the quest for new technologies to increase the productivity of cultures. In Brazil, the cultivation of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) is traditionally held in the open field, generating productivity between 25 and 50 t ha<sup>-1</sup>. Nowadays, the cultivation in protected environment with the use of drip fertigation has become a viable practice agronomically. This present work aimed to evaluate three fertigation managements, using extractors provided of porous capsule, on the growth characteristics, phytomass production and partition of sweet pepper cultivation under the conditions of Mossoró, Rio Grande do Norte. The experimental lineation was used in casual blocks in factorial arrangement where the treatments were formed by combination of three fertigation managements (M<sub>1</sub>= the handled fertigation by absorption of the sweet pepper culture; M<sub>2</sub>= the monitored fertigation by controlling the electrical conductivity of the soil solution; M<sub>3</sub>= the controlled fertigation by concentration of ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and K<sup>+</sup> in the soil solution), five proportions of application of Nitrogen and Potassium (NK) (0%, 50%, 100%, 150% and 200%) and four repetitions, totaling 60 experimental units. The variety studied of sweet pepper was *All Big*, from "Cascadura" group. The crops, six in number, were made as from 70 days after transplanting, and the others at weekly intervals. The experiment was finished at 120 days after transplanting. The characteristics evaluated were: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, dry mass of stem, leaf, fruit, and total; mass of total fruit, total number of fruits, commercial and non-commercial productions, length and fruit diameter, and flesh thickness; in addition to stomatal conductance and chlorophyll content. Based on the obtained results, we can conclude that the growth variables studied were influenced by both managements fertigation and the proportions of NK used. The fertigation as from monitoring ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and K<sup>+</sup> (M<sub>3</sub>) provided the best results for the variables studied, such as the leaf area (9009.57 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>) and plant height (111 cm). There was a significant effect from interaction between Management x Proportion of NK, as well as from isolated factors under all variables of dry phytomass of the culture studied, except for root dry mass. For the variable Dry Mass of Fruit, it was verified that the proportions of NK 100% and 150% promoted the best responses at M<sub>2</sub> (50 g plant<sup>-1</sup>) and M<sub>3</sub> (46 g plant<sup>-1</sup>), respectively. Analyzing the effect of fertigation managements in each proportion of NK applied for Total Dry Mass, we found statistical differences in all proportions of NK, excepting for the proportion 0% and 100%. It was also observed that the highest value for this variable (217 g plant<sup>-1</sup>) was found in M<sub>3</sub> and in the proportion NK 150%. Thus, we can conclude that the growth of sweet pepper

plants, cultivated in a protected environment, may be influenced by the type of fertigation management utilized; The use of fertigation based on monitoring of ions  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{K}^+$ , in the sweet pepper cultivation, in protected environment, promoted best results compared to the results of fertigation through the march of culture absorptions.

Keywords: *Capsicum annuum* L., Accumulation of dry mass, Nitrogen, Potassium.

## CAPÍTULO II

### LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista frontal da Casa de Vegetação utilizada para realização do experimento. UFERSA, Mossoró-RN, 2012. -----37
- Figura 2.** Termohigrômetro digital instalado no interior da casa de vegetação. Mossoró-RN, 2012.-----38
- Figura 3A.** Valores médios, máximos e mínimos da temperatura do ar, respectivamente, durante ciclo da cultura do pimentão submetido a manejos de fertirrigação em ambiente protegido. Mossoró-RN, 2012.-----39
- Figura 3B.** Valores médios, máximos e mínimos da umidade relativa do ar, respectivamente, durante ciclo da cultura do pimentão submetido a manejos de fertirrigação em ambiente protegido. Mossoró-RN, 2012.-----39
- Figura 4.** Disposição dos vasos no interior da casa de vegetação, Mossoró-RN, 2012. -----40
- Figura 5.** Posição do extrator da solução do solo e do tensiômetro no interior do vaso. Mossoró-RN, 2012.-----44
- Figura 6.** Medidor de íons (A), fotômetro de chama (B), Clorofilômetro portátil (C), porômetro (D) utilizados durante a realização do experimento. Mossoró-RN, 2012.46
- Figura 7.** Curva característica de água no solo utilizado no experimento a 0-25 cm de profundidade. Mossoró-RN, 2012. -----48
- Figura 8.** Área foliar de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----56
- Figura 9.** Número de Folhas por plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK, UFERSA, Mossoró-RN/2012.-----58

- Figura 10.** Altura de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. ----59
- Figura 11.** Diâmetro do caule de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.-----61
- Figura 12.** Comprimento da raiz de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.-----62
- Figura 13.** Massa seca da folha (MSF) de plantas de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----66
- Figura 14.** Massa seca do caule (MSC) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----67
- Figura 15.** Massa seca de raízes (MSR) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----68
- Figura 16.** Massa seca dos frutos (MSFRUT) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----69
- Figura 17.** Massa seca total (MST) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.-----71

### CAPÍTULO III

#### LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Número total de frutos de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----81
- Figura 2.** Produção total de frutos (frutos planta<sup>-1</sup>) de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----82
- Figura 3.** Comprimento médio do fruto de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----84
- Figura 4.** Diâmetro do fruto de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----85
- Figura 5.** Espessura da polpa de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----87
- Figura 6.** Percentagem de frutos comerciais de pimentão acumulado de seis colheitas, produzidos sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----88
- Figura 7.** Condutância estomática de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK, UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----91
- Figura 8.** Índice Relativo de Clorofila (IRC) de plantas de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012. -----93

## CAPÍTULO II

### LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Mossoró/2012.38
- Tabela 2.** Quantidade de nitrogênio e potássio de referência utilizado para o manejo da fertirrigação (M<sub>1</sub>) da cultura do pimentão.-----41
- Tabela 3.** Condutividade elétrica e concentração de nitrogênio e potássio das soluções nutritivas utilizadas na calibração nutricional para os manejos M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, Mossoró-RN, 2012. -----42
- Tabela 4.** Quantidade das soluções de sais utilizadas nas soluções nutritivas para calibração. Mossoró, RN, 2012.-----43
- Tabela 5.** Quantidade de NK (g planta<sup>-1</sup>) aplicados durante o ciclo da cultura do pimentão. Mossoró, RN, 2012.-----43
- Tabela 6.** Insumos agrícolas utilizados durante a condução da cultura do pimentão. Mossoró, RN, 2012. -----49
- Tabela 7.** Valores de F para área foliar (AF), número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento raiz (CR) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012. ---53
- Tabela 8.** Valores médios para área foliar (AF), número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento raiz (CR) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012. ---55
- Tabela 9.** Valores de F de massa seca folha (MSF), massa seca caule (MSC), massa seca raiz (MSR), massa seca fruto (MSFRUT) e massa seca total (MSTOT) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-  
2012.-----

**Tabela 10.** Valores médios para massa seca folha (MSF), massa seca caule (MSC), massa seca raiz (MSR), massa seca fruto (MSFRUT) e massa seca total (MSTOT) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012. -----64

## CAPÍTULO III

### LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores de F para número total de frutos (NFRUT), peso fruto total (PFT), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura polpa (EP) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012.-----78
- Tabela 2.** Valores médios para: número total de frutos (NFRUT), peso fruto total (PFT), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura polpa (EP) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012.-----79

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO DO PIMENTÃO</b>	21
1. INTRODUÇÃO GERAL	22
2. REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1. Considerações gerais sobre a cultura do pimentão	24
2.2. Cultivo em ambiente protegido	25
2.3. Nutrição mineral	27
2.4. Fertirrigação	29
2.5. Extração da solução do solo	31
<b>CAPÍTULO II - CRESCIMENTO E FITOMASSA SECA DO PIMENTÃO SUBMETIDO A MANEJOS DE FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA</b>	33
RESUMO	37
ABSTRACT	35
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1. Localização e caracterização geral do experimento	37
2.1.1. Medição da temperatura e umidade relativa do ar	38
2.2. Caracterização experimental	40
2.3. Equipamentos utilizados	45
2.4. Fertirrigação	46
2.5. Manejo da cultura	48
2.6. Características avaliadas	50
2.6.1. Características de crescimento	50
2.6.2. Crescimento de produção	51
2.7. Classificação dos frutos	52
2.8. Procedimentos estatísticos	52

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	53
3.1. CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO -----	53
3.1.1. Área foliar -----	56
3.1.2. Número de folhas por planta -----	57
3.1.3. Altura de plantas -----	58
3.1.4. Diâmetro do caule -----	60
3.1.5. Comprimento de raiz -----	61
3.2. ACÚMULO DE FITOMASSA -----	63
3.2.1. Massa seca da folha -----	65
3.2.2. Massa seca do caule -----	67
3.2.3. Massa seca de raízes -----	68
3.2.4. Massa seca de fruto -----	69
3.2.5. Massa seca total -----	70
4. CONCLUSÕES -----	72
<b>CAPÍTULO III - PRODUÇÃO E ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO PIMENTÃO SUBMETIDO A MANEJOS DE FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA -----</b>	<b>73</b>
RESUMO -----	74
ABSTRACT -----	75
1. INTRODUÇÃO -----	76
2. RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	78
2.1. CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO -----	78
2.1.1. Número total de frutos por planta -----	80
2.1.2. Produção total por planta -----	82

2.1.3. Comprimento médio do fruto	84
2.1.4. Diâmetro do fruto	85
2.1.5. Espessura da polpa	86
2.1.6. Percentagem de frutos comerciais	88
2.2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS	89
2.2.1. Condutância estomática (gs)	89
2.2.2. Índice relativo de clorofila	92
3. CONCLUSÕES	94
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO DO PIMENTÃO**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A olericultura é uma atividade rentável quando praticada em locais de boas condições climáticas, em épocas adequadas e, principalmente, sob mercado favorável para comercialização. Tais condições dificilmente são encontradas em sistemas de produção de hortaliças, por isso torna-se imprescindível a busca de novas tecnologias para aumento da produtividade e maior rentabilidade das culturas.

A crescente demanda por hortaliças de qualidade e ofertadas durante todo o ano tem contribuído para o investimento em novos sistemas de cultivo que permitam produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas de ambiente.

No Brasil, o cultivo do pimentão é realizado tradicionalmente em campo aberto gerando uma produtividade entre 25 e 50 t ha<sup>-1</sup>. Entretanto, atualmente, o cultivo em ambiente protegido utilizando a fertirrigação por gotejamento tem se tornado prática viável em termos econômicos.

O cultivo de hortaliças, em especial o pimentão, é caracterizado pelo uso intensivo de insumos e mão-de-obra, está sujeito às variações estacionais de oferta e preço dos produtos no mercado, tornando-se necessário o planejamento adequado da produção e a utilização de tecnologia apurada por parte do olericultor (FARIA JUNIOR, 1997).

Uma das alternativas que vem sendo utilizada com maior intensidade é o cultivo protegido, que viabiliza a produção fora de época, diminui custos e aumenta a produtividade, entretanto, quando associado com novas tecnologias, como a fertirrigação, propicia bons resultados (FACTOR et al., 2008). Em ambiente protegido, é possível produzir o pimentão durante o ano todo, onde a utilização da cobertura plástica promove alterações na amplitude térmica do solo, na evaporação, no período de molhamento foliar e, principalmente, sobre a temperatura e umidade que interferem no crescimento e desenvolvimento da planta (RODRIGUES, 1997).

Atualmente, no Brasil, há escassez de informações sobre o comportamento e as exigências nutricionais da cultura do pimentão cultivado em ambiente protegido, o qual, em geral, as recomendações de adubação se baseiam em trabalhos realizados em condições de campo (SILVA, et al., 1999; LORENTS et al., 2005).

A fertirrigação bem manejada influencia o desenvolvimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos, por possibilitar melhores índices de produtividade. Segundo Marcussi (2005), a principal vantagem da fertirrigação está relacionada à eficiência de absorção dos nutrientes pela planta, por torná-los prontamente disponíveis na solução do solo. Segundo Bar-Yousef (1999), a fertirrigação é o fator mais relevante para a produtividade da cultura, possibilitando controlar o desenvolvimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos.

Em se tratando de exigência nutricional da cultura do pimentão, Filgueiras (2004) afirma que o nitrogênio é o segundo macronutriente mais exigido, induz o rápido crescimento vegetativo e influencia diretamente na produção, onde o excesso provoca alargamento dos entrenós, abortamento de flores e atraso na maturação, já a deficiência reduz a capacidade de crescimento, provoca amarelecimento em folhas velhas e as mais jovens permanecem pequenas e com aspectos de murcha.

O potássio é outro nutriente relevante para o pimentão, tem influência no metabolismo da planta, além de melhorar as características químicas e físicas dos frutos em razão da otimização no processo de transpiração e formação de carboidratos (SILVA et al., 2001).

Uma das técnicas que começa a ser difundida mais amplamente entre os pesquisadores, é a utilização de extratores providos de cápsula porosa para monitorar a concentração de íons da solução do solo e avaliar a salinidade. Essa técnica apresenta boa relação entre a precisão e o baixo custo econômico, e os resultados obtidos refletem as condições reais do ambiente de cultivo (SILVA, 2002).

Diante de poucas informações baseadas em dados experimentais, em relação a demanda nutricional da cultura do pimentão cultivado em ambiente protegido no Semiárido brasileiro, este trabalho se propôs a avaliar os aspectos agrônômicos da cultivar *All Big*, por meio do manejo da fertirrigação utilizando extratores providos de cápsula porosa.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Considerações gerais sobre a cultura do pimentão**

A espécie botânica *Capsicum annum* L. é uma solanácea perene, bem adaptada ao clima tropical, originária do continente americano, ocorrendo variadas formas silvestre desde a região sul dos Estados Unidos até o norte da Chile, em locais com temperaturas amenas e elevadas (FILGUEIRA, 2003).

A planta de pimentão é arbustiva, de caule semilenhoso, podendo ultrapassar 1,0 m de altura. As raízes laterais são pouco desenvolvidas e a principal pode chegar a 1,0 m de profundidade. As flores são tipicamente hermafroditas e as espécies do gênero *Capsicum* são, preferencialmente, autogâmicas, o que facilita a sua reprodução, embora a polinização cruzada também possa ocorrer entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do mesmo gênero, com taxas de 20 a 90%, podendo ser facilitada por alterações morfológicas na flor pela ação de insetos polinizadores, e por práticas de cultivo (local, adensamento ou cultivo misto), entre outros fatores. Os frutos apresentam coloração verde, amarelo ou vermelho e tem formato cônico, quadrado, cilíndrico ou cúbico (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2007).

O pimentão é cultivado e consumido em praticamente todo o Brasil, destacando-se entre as dez hortaliças de maior importância econômica e social. Anualmente, a área plantada é de aproximadamente 13 mil hectares, com produção estimada em 290 mil toneladas de frutos. Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro são os principais produtores nacionais (MAROUELLI; SILVA, 2012).

Além do consumo *in natura*, o fruto é bastante utilizado no processo de condimentos, temperos, conservas, molhos, corantes e pastas. Apresenta alto teor de vitamina C, A, B1 e B2, e minerais como cálcio, ferro e fósforo (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2007).

Atualmente, principalmente para o plantio em estufa, as cultivares de pimentão estão sendo substituídas por híbridos, que apresentam maior produtividade por área, sendo seus

frutos consumidos na forma imatura (verde, roxo, creme) ou madura (vermelhos, laranjas, amarelos), ou, ainda, utilizados na indústria alimentícia ou na produção de pigmentos (corantes). (SOUZA; NANNETTI, 1998; LIMA et al., 2012).

O pimentão é uma excelente fonte de nutrientes bioativos, compostos fenólicos e potássio, que definem sua qualidade nutricional e capacidade antioxidante. Também é rico em carotenóides, particularmente o licopeno, antioxidante que representa características desejáveis na prevenção de câncer e doenças cardiovasculares (BRAMLEY, 2000).

## **2.2. Cultivo em ambiente protegido**

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido vem ganhando espaço entre os produtores brasileiros, em razão, principalmente, da relativa facilidade de manejo quando comparadas ao sistema convencional em campo aberto (SCIVITTARO et al., 1999; CARRIJO et al., 2004).

O pimentão destaca entre as culturas com relevância econômica cultivada em ambiente protegido e maior adaptação a esta condição de cultivo. Segundo Melo (1997) e Lorentz et al. (2002), das hortaliças cultivadas em ambiente protegido, o pimentão se situa entre as cinco culturas com maior área cultivada, não só no Brasil mas também em diversos países do mundo, devido à grande produtividade e qualidade dos frutos, que podem ser alcançadas nessas condições.

O cultivo em ambiente protegido minimiza os efeitos da variabilidade ambiental, melhorando o desenvolvimento das culturas. Além de controlar total ou parcialmente os fatores climáticos, protege os cultivos e favorece o crescimento das plantas. Ao ser utilizado em pequenas áreas, pode-se produzir pelo menos uma vez e meia ou o dobro da produção de áreas não protegidas, possibilitando ainda a oferta constante de hortaliças (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2007).

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido tem sido amplamente utilizado, uma vez que permite obter produtos de melhor qualidade, aumentar a produtividade e colocar no mercado um produto que, em condições de campo, não seria possível. Entretanto, em ambientes protegidos a irrigação é imprescindível, o manejo inadequado do sistema de irrigação pode inviabilizar o processo produtivo, tornando-se necessário a maximização na eficiência do uso da água e minimização dos custos de investimento e operacional, de forma que a atividade se torne economicamente viável e sustentável (CARVALHO et al., 2004; VILAS BÔAS et al., 2008; DERMITAS; AYAS, 2009; ZENG et al., 2009; BILIBIO et al., 2010).

Dentre as vantagens do cultivo protegido, citam-se o controle total ou parcial da velocidade do vento, da umidade relativa, da evaporação, da evapotranspiração, da temperatura ambiente, da amplitude térmica do solo e da proteção contra chuvas pesadas (EKLUND et al., 2005; FONTES et al., 2005 a,b). Além disso, o cultivo protegido proporciona melhoria da qualidade do fruto, diminui o consumo de água e fertilizantes, permite a antecipação da colheita, a produção fora da época, o melhor preço, a maior produtividade e a preservação do meio ambiente (SCIVITTARO et al., 1999; FIGUEIREDO et al., 2004).

Diversas vantagens podem ser percebidas ao longo dos ciclos de produção quando o cultivo é realizado em ambiente protegido, comparando-se ao cultivo tradicional em campo aberto, como por exemplo, proteção das plantas contra as adversidades climáticas, aumento da produtividade, maior eficiência na utilização de água e fertilizantes, e a obtenção de produtos de alta qualidade comercial (DIAS et al., 2005). Ainda, segundo os mesmos autores, o manejo inadequado da irrigação, a adição de fertilizantes em altas dosagens e a inexistência de chuvas promotoras de lixiviação do excesso de sais aplicados via água de irrigação podem trazer, como consequência, a salinização dos solos, prejudicando o rendimento de culturas sensíveis.

A maior parte dos cultivos protegidos, no entanto, é realizada utilizando-se solo como substrato. Nos últimos tempos, vários problemas vem limitando o cultivo de hortaliças nesse meio. Segundo Andriolo (1997), dentre esses impasses se destacam: a incidência de pragas e os fitopatógenos que atacam o sistema radicular, como os nematóides e as podridões de raízes causadas por fungos e bactérias e, também, os de ordem nutricional, pois os elementos

minerais não absorvidos pelas raízes das plantas tendem se acumular no perfil do solo, provocando salinização e/ou antagonismo entre nutrientes.

Sob condições protegidas, o monitoramento da concentração de íons na solução do solo, nos quais a salinidade apresenta valores inferiores ao máximo tolerado pela cultura e superiores ao mínimo necessário para a nutrição, por ser mais econômica e menos agressiva ao meio ambiente, é recomendado para o controle dos efeitos da salinização (SILVA, 2002).

### **2.3. Nutrição mineral**

Dentre os fatores de produção agrícola, a nutrição mineral é essencial para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos colhidos, além de exercer importantes funções no metabolismo vegetal, influenciando o crescimento e a produção das plantas (MARCUSSEI et al., 2004).

O pimentão é uma hortaliça exigente quanto à fertilidade do solo e, como os solos brasileiros apresentam, em geral, baixa fertilidade, para torná-lo compatível com as exigências da cultura, utilizam-se normalmente as adubações orgânica e mineral. Resultados de pesquisa tem mostrado que no cultivo do pimentão é importante a utilização de doses relativamente altas de adubos minerais para atender a demanda de nutrientes (OLSEN et al., 1993; JOHNSON; DECOUTEEAU, 1996; SILVA et al., 2000; VILAS BOAS et al., 2000).

O estudo da interação entre fertilização não-convencional em combinação com adubos minerais pode eliminar desperdícios e evitar efeitos fitotóxicos, isso porque, doses muito altas de adubos desequilibram as relações entre nutrientes e salinizam o solo (VALENTE, 1985; RODRIGUES; CASALI, 1999).

De acordo com Albuquerque et al. (2011), a quantidade adequada de fertilizantes a se aplicar para qualquer cultura deve ser a mais próxima possível do que é extraído pela mesma, pois existe o perigo de salinização do solo devido ao acúmulo de sais na região do sistema radicular.

Lancher (2001) afirma que a influência do estado nutricional da planta sobre a fotossíntese e o processo de respiração ocorre de muitas maneiras, sendo que, quase sempre, maiores taxas fotossintéticas são alcançadas por meio da adubação.

A aplicação de adubos e corretivos minerais é uma prática muito utilizada entre os produtores rurais, bastante onerosa e representa, em média, aproximadamente 24% do custo de produção (RIBEIRO et al., 2000).

Desta forma, o conhecimento de práticas agrícolas como a adubação e seu efeito na nutrição mineral e na produção do pimentão são necessários para que os produtores utilizem de forma racional e econômica os fertilizantes (Mello et al., 2000).

Segundo Malavolta (1993), o interesse em conhecer os teores de nutrientes se acopla à avaliação do estado nutricional por meio da variação da composição de órgãos representativos; dessa forma, o conhecimento da exigência nutricional e da concentração dos nutrientes nas diversas partes do vegetal é importante para estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas por meio de fertilizantes, obtendo-se, assim, melhores rendimentos.

Segundo Epstein e Bloom (2006), os experimentos sobre nutrição mineral de plantas e fertilidade do solo reportam o século XVII e continuam até hoje, sendo muitas as evidências de que o suprimento de nutrientes nos solos cultivados ano após ano declina, assim como a produção das culturas cultivadas, e que uma das formas de manutenção da fertilidade dos solos e da produção agrícola é através da adição de nutrientes inorgânicos na forma de fertilizantes químicos.

Outro fator nutricional relevante é que o teor de nutrientes nas plantas varia de acordo com seu desenvolvimento, sendo distinto com a floração, formação e crescimento dos frutos. A correção do solo e adubação de hortaliças são, muitas vezes, feitas com doses acima das recomendadas, havendo mais a preocupação em evitar deficiências, incorrendo-se no perigo dos excessos prejudiciais, além dos desperdícios. Portanto, é importante conhecer o teor de macronutrientes na plantas, de modo que se faça uma adequada avaliação do estado nutricional e o momento certo de aplicar os nutrientes, respeitando as fases fenológicas da cultura (RAIJ, 1993).

A nutrição com potássio promove o uso eficiente da água, em consequência do controle da abertura e fechamento dos estômatos, e maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para os outros órgãos da planta (MALAVOLTA et al., 1997), participando também no processo de regulação do potencial osmótico das células (osmorregulação), na ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, na resistência à salinidade, geada, seca, doenças e acamamento, conferindo qualidade aos produtos (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FAQUIN, 1994; MENGEL; KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2009). Além disso, é absorvido em grande quantidade e permanece móvel nas plantas na forma do íon  $K^+$ .

O teor de nitrogênio está diretamente associado à quantidade de clorofila presente no tecido vegetal, sendo nutriente essencial às plantas e sua carência é observada em quase todos os solos. A identificação da deficiência de nitrogênio é o aparecimento de clorose generalizada das folhas (CARVALHO et al., 2003).

#### **2.4. Fertirrigação**

A irrigação e a adubação são consideradas os mais importantes fatores que influenciam a produtividade e, quando aplicadas juntas, permitem controlar o desenvolvimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos, apresentando um efeito sinérgico em comparação ao uso das duas técnicas usadas individualmente (BAR-YOSEF, 1999).

Segundo Alfaia (1997), na adubação convencional, com aplicação dos adubos a lanço, pesquisas têm demonstrado que apenas 1/3 dos adubos nitrogenados e potássicos incorporados ao solo são aproveitados pelas plantas, com o restante se perdendo por lixiviação, escoamento superficial e volatilização; já com a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, essas perdas podem ser reduzidas ou eliminadas, pois os nutrientes são fornecidos no momento e em quantidades adequadas para as plantas, aumentando a eficiência e o aproveitamento dos adubos.

Segundo relatos de Papadopoulos (1999), o uso fertirrigação otimiza a disponibilidade e, substancialmente, melhora a absorção de N, P e K, proporcionando maior produtividade e melhor qualidade dos frutos colhidos, além de reduzir as flutuações de salinidade da solução do solo, devido ao uso dos fertilizantes, melhorando as condições da solução do solo para as culturas particularmente sensíveis ao sal.

O manejo de fertilizantes na agricultura irrigada juntamente com o conhecimento das demandas de nutrientes durante o ciclo das culturas contribui para uma eficiência da adubação. Em alguns países, como os Estados Unidos, Israel e Itália, a fertirrigação tornou-se uma técnica de uso generalizado, principalmente com o desenvolvimento de modernos sistemas de irrigação e pela qualidade dos fertilizantes químicos. Com a difusão de novas tecnologias em irrigação, a introdução de fertilizantes líquidos no mercado, o custo crescente da mão de obra, a necessidade de aumentar a eficiência de utilização dos insumos e implementar a produtividade dos sistemas de produção agrícola, especialmente em áreas de cerrado e do trópico semiárido, abrem grandes perspectivas à utilização dessa tecnologia (COELHO, 1994).

De acordo com Campos et al. (2008), para o adequado desenvolvimento da planta e para obtenção de produtividade satisfatória, é essencial à reposição de água e nutrientes, na quantidade ideal e no momento oportuno, e a fertirrigação oferece maior versatilidade na aplicação de fertilizantes.

A eficiência da fertirrigação é determinada, em grande parte, pelo bom funcionamento dos sistemas de irrigação. Além de um sistema de irrigação bem dimensionado para boa uniformidade de aplicação de água e fertilizantes, deve-se dar bastante atenção ao manejo da água na cultura para que não ocorra deficiência ou lixiviação de nutrientes (TRANI; CARRIJO, 2004).

No entanto, a prática da fertirrigação é mais recomendada para os sistemas de irrigação localizada, principalmente nos sistemas fixos. A utilização desse método de irrigação eleva a eficiência do sistema, reduz as perdas dos fertilizantes por lixiviação, melhora o controle da concentração de nutrientes no solo e economiza mão-de-obra e energia. São vários os aspectos favoráveis à aplicação de fertilizantes através dos sistemas de irrigação

localizada, todavia, é importante que a aplicação seja feita de forma correta a fim de evitar obstruções na tubulação e nos emissores (SOUSA et al., 2005).

Tradicionalmente, o manejo da fertirrigação é realizado ministrando-se quantidades preestabelecidas de fertilizantes, parceladas de acordo com a marcha de absorção da cultura, não existindo, normalmente, monitoramento da concentração de íons na solução do solo nem do estado nutricional da planta (PAPADOPOULOS, 1999).

Um dos principais problemas da fertirrigação está associado ao manejo incorreto, em razão da falta de informações adequadas por parte do produtor e técnicos, além da utilização muitas vezes de forma empírica (VILLAS BÔAS et al., 2001).

## **2.5. Extração da solução do solo**

A extração da solução do solo por intermédio de cápsulas porosas em umidades próximas a capacidade máxima de retenção de água é de fácil execução, e várias vantagens podem ser relacionadas ao método: a solução corresponde à umidade equivalente ao momento em que a solução do solo é absorvida pela planta, e, assim, os solutos dissolvidos são os mesmos que a planta estaria absorvendo; a amostragem é sistemática, verdadeiramente pontual e não destrutiva; a aferição da condutividade elétrica é praticamente instantânea. A solução do solo pode ainda ser extraída em diferentes níveis de umidade do solo, até o limite de 70 kPa, sendo estas quantificadas por tensiômetros e curva de retenção de umidade no solo (SILVA et al., 1999).

Há uma série de variáveis que afetam a extração da solução no solo e que são importantes para a sua precisão e exatidão dos resultados. Dentre as variáveis, são importantes aquelas relacionadas com os processos de adsorção, difusão e de seletividade das paredes da cápsula porosa, que podem ser utilizadas como parâmetros para a sua seleção e uso. No entanto, a maioria dos trabalhos apresentados não fazem testes preliminares de avaliação de suas cápsulas, limitando-se, em alguns casos, à sua lavagem com soluções ácidas (MCGUIRE et al., 1992) ou à adição de biocidas ou bacteriostáticos (LEWIS et al., 1992).

De acordo com Medeiros (2010), o método de medição da condutividade elétrica a partir da solução do solo, obtida utilizando extrator de cápsula porosa é eficiente, devido a sua facilidade, versatilidade e praticidade, podendo ser facilmente utilizado a nível de campo, ajudando a prevenir possíveis processos de salinização ou manutenção de um nível de salinidade não prejudicial à cultura.

Com a utilização de extratores providos de cápsulas porosas usados na extração de solução, é possível determinar a concentração de íons e a condutividade elétrica com elevada precisão (LIMA, 2009).

Além disso, quando o monitoramento dos íons é realizado utilizando extratores de cápsula porosa existe a possibilidade de repetição de leituras no mesmo local de amostragem, contemplando apenas as regiões com a água retida a potenciais mais altos (Silva et al., 2005).

O uso de extratores de solução do solo apresenta-se como uma alternativa viável para monitoramento da concentração de íons e/ou da condutividade elétrica durante o ciclo da cultura e manejo da fertirrigação no meloeiro (SILVA JÚNIOR et al., 2010), no entanto, ainda são necessários mais estudos para aprimorar esta tecnologia.

## **CAPÍTULO II**

### **CRESCIMENTO E FITOMASSA SECA DO PIMENTÃO SUBMETIDO A MANEJOS DE FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

NUNES JÚNIOR, Edivan Silva. **Crescimento e fitomassa seca do pimentão submetido a manejos de fertirrigação nitrogenada e potássica**. 2013. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

## RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar três manejos de fertirrigação nitrogenada e potássica em função das características de crescimento e fitomassa seca de pimentão, sob cultivo protegido em Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de três manejos de fertirrigação ( $M_1$ = fertirrigação manejada pela marcha de absorção da cultura do pimentão;  $M_2$ = fertirrigação monitorada pelo controle da condutividade elétrica da solução do solo;  $M_3$ = fertirrigação controlada pela concentração dos íons nitrato e potássio na solução do solo), e cinco proporções de aplicação de nitrogênio e potássio (NK) (0%, 50%, 100%, 150% e 200%), totalizando 60 unidades experimentais. As características avaliadas foram: Altura de plantas, Diâmetro do caule, Número de folhas, Área foliar, Massa seca do caule, Massa seca de folhas, Massa seca de frutos e Massa seca total; Com base nos resultados obtidos pode-se afirmar que as variáveis estudadas área foliar, número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule e comprimento da raiz foram influenciados tanto pelos manejos de fertirrigação quanto pelas proporções de NK utilizados. Os manejos  $M_2$  e  $M_3$ , na proporção máxima de NK (200%) promoveram estimativa de área foliar de  $10.504,5 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  e  $13.149,1 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ , respectivamente, correspondendo a incremento de 134,5% ( $M_2$ ) e 170% ( $M_3$ ). Para a variável altura de plantas o manejo  $M_2$  promoveu a maior resposta estimada, com 110,5 cm de altura, na proporção NK 98,5%. Com relação a massa seca da folha foi possível observar que os melhores resultados foram constatados no manejo  $M_3$ , onde na proporção de NK 200% estimou-se  $49 \text{ g planta}^{-1}$ , para os demais manejos nas proporções de NK 136% ( $M_1$ ) e 161% ( $M_2$ ), estimativas de  $38 \text{ g planta}^{-1}$  e  $37 \text{ g planta}^{-1}$ , respectivamente. O aumento na proporção de NK utilizado, independente do manejo de fertirrigação, promoveu incremento sobre a biomassa seca de frutos de pimentão. Assim, pode-se concluir que a fitomassa seca e o crescimento das plantas de pimentão, cultivadas em ambiente protegido, são influenciados pelo tipo de manejo da fertirrigação empregado; e ainda que o manejo  $M_3$  da fertirrigação com base no monitoramento dos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$ , no cultivo do pimentão, promoveu resultados significativos.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L., proporções de NK, condutividade elétrica, massa seca.

NUNES JÚNIOR, Edivan Silva. **Growth and dry phytomass of sweet pepper subjected to nitrogenated and potassic fertigation managements.** 2013. 113f. Doctoral Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechny) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

## ABSTRACT

This work aimed to evaluate three nitrogenous and potassic fertigation managements according to the characteristics of growth and dry phytomass of sweet pepper under protected cultivation in Mossoró-RN. The experimental lineation was utilized in casual blocks in factorial arrangement with four repetitions. The treatments resulted from the combination of three fertigation managements ( $M_1$ = the handled fertigation by absorption of the sweet pepper culture;  $M_2$ = the monitored fertigation by controlling the electrical conductivity of the soil solution;  $M_3$ = the controlled fertigation by concentration of ions Nitrate and Potassium in the soil solution), and five proportions of application of Nitrogen and Potassium (NK) (0%, 50%, 100%, 150% and 200%), totaling 60 experimental units. The characteristics evaluated were: plant height, stem diameter, number of leaves, foliar area, dry mass of stem, dry mass of leaves, dry mass of fruit and total dry mass; Based on the obtained results, we can affirm that the studied variables: foliar area, number of leaves, plant height, stem diameter and root length, were influenced by both fertigation managements and the proportions of NK used. The managements  $M_2$  and  $M_3$ , in maximum proportion of NK (200%), promoted the estimate of foliar area of 10.504,5 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup> and 13.149,1 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>, respectively, corresponding an increase of 134,5% ( $M_2$ ) and 170% ( $M_3$ ). For the variable Plant Height, the management  $M_2$  promoted the greatest estimated response, with 110,5 cm of height, in proportion NK 98,5%. Concerning to dry mass of leaf, it was observed that the best results were found in management  $M_3$ , where the proportion of NK 200% was estimated 49 g plant<sup>-1</sup>, for other managements in the proportions of NK 136% ( $M_1$ ) and 161% ( $M_2$ ), the estimates of 38 g plant<sup>-1</sup> and 37 g plant<sup>-1</sup>, respectively. The increase in the proportion of NK utilized, regardless of fertigation management, promoted increment on the dry biomass of sweet pepper fruits. Thus, we can conclude that the dry phytomass and the growth of sweet pepper plants, cultivated in protected environment, are influenced by the type of fertigation management utilized; and the management  $M_3$  of the fertigation based on monitoring of ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and K<sup>+</sup>, on the sweet pepper cultivation, promoted significant results.

Keywords: *Capsicum annuum* L., proportions of NK, electrical conductivity, dry mass.

## 1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família das solanáceas, é uma cultura de clima tropical. Do ponto de vista econômico, está entre as dez hortaliças mais importantes do mercado brasileiro. É uma cultura de retorno rápido aos investimentos, visto o curto período para o início da produção, por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores (MARCUSI; VILLAS BÔAS, 2003).

É uma das hortaliças mais consumida no Brasil e sua produção tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, devido ao amplo cultivo em ambientes protegidos (LEONARDO et al., 2007). Na região semiárida nordestina é cultivado, principalmente, em áreas de agricultura familiar onde a irrigação quase sempre depende de suporte técnico. Além dessa limitação, as fontes de água, em muitos casos, possuem níveis elevados de sais, constituindo uma limitação ao cultivo irrigado (CAVALCANTE; CAVALCANTE, 2006).

O cultivo de pimentão no Brasil apresenta excelentes perspectivas de expansão, principalmente considerando-se os diferentes nichos de mercado que estão surgindo. Além de serem consumidos frescos (em saladas, refogados, fritos e como tempero) também podem ser processados pela indústria de alimentos, na forma de páprica (corante natural ou condimento), molhos, escabeches, conservas e geleias (MARCUSI; VILLAS BÔAS, 2003).

A reposição de água e nutrientes é essencial para o desenvolvimento adequado da planta e obtenção de produtividade satisfatória, na quantidade ideal e no momento oportuno (NANETTI et al., 2000). O conhecimento de práticas agrícolas, como adubação e seu efeito na nutrição mineral e na produção do pimentão, é necessário para que os produtores utilizem, racional e economicamente, os fertilizantes.

Diante desta realidade, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de três manejos de fertirrigação associado a doses de nitrogênio e potássio sobre as características de crescimento e fitomassa seca do pimentão em Mossoró-RN.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Localização e caracterização geral do experimento

O experimento foi desenvolvido, no período de janeiro a julho de 2012, em Casa de Vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), situado no Campus Oeste da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no município de Mossoró-RN, que apresenta as coordenadas geográficas de 5°11' de latitude Sul e 37°20' de longitude Oeste, com altitude de 18m.

A região apresenta precipitação média anual de 673,9 mm irregularmente distribuídas, além de médias de temperatura e umidade relativa do ar de 27 °C e 68,9 %, respectivamente. Pela classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, quente e seco, sendo o período chuvoso compreendido entre fevereiro e junho com reduzidas possibilidades de chuvas de agosto a dezembro (CARMO FILHO e OLIVEIRA,1995).

A estrutura da Casa de Vegetação é em revestimento metálico medindo 7,0 m x 18,0 m, apresentando área total de 126 m<sup>2</sup>, pé direito com 4,0 m de altura e coberta em formato de arco com material plástico transparente próprio contra ação dos raios ultravioletas e incidência direta da insolação sobre as plantas.



**Figura 1.** Vista frontal da Casa de Vegetação utilizada para realização do experimento. UFERSA, Mossoró-RN, 2012.

O solo utilizado no experimento foi coletado da camada de 0 – 30 cm, oriundo do Campus Leste da UFRSA, sendo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, e textura areia franca ( $780 \text{ g.kg}^{-1}$ ), apresentando as seguintes características químicas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento. Mossoró/2012.

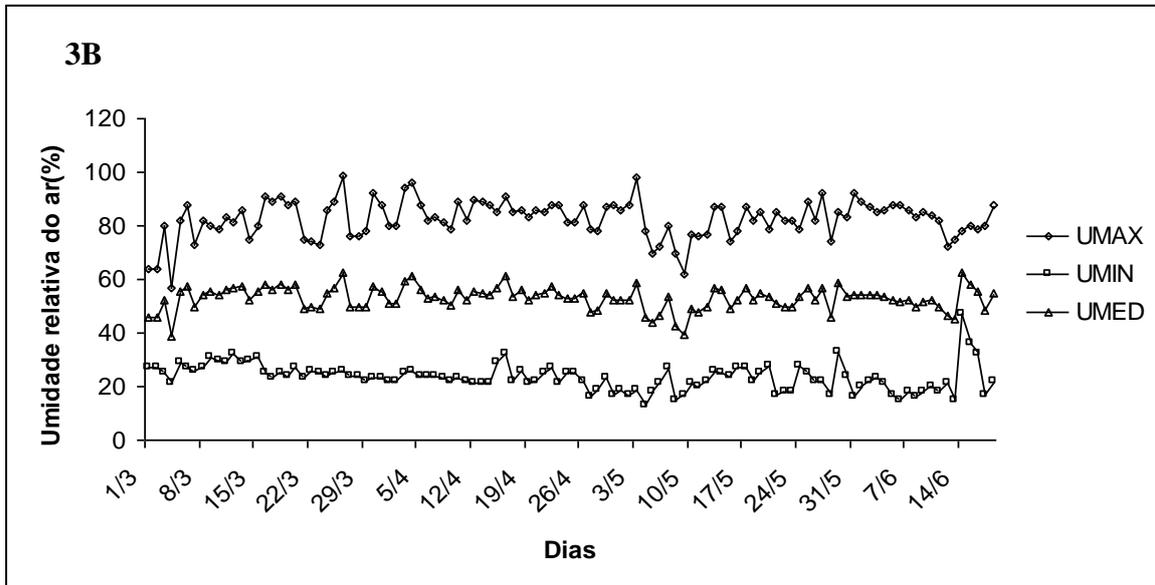
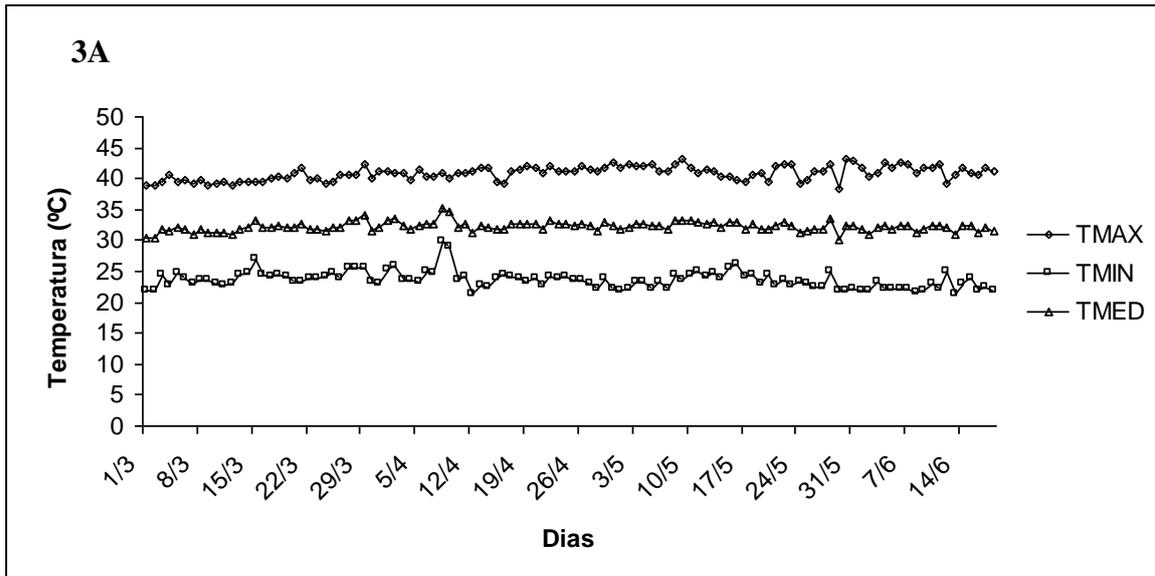
<b>N</b>	<b>pH</b>	<b>M.O.</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H</b>
$\text{g kg}^{-1}$	em $\text{H}_2\text{O}$	$\text{g kg}^{-1}$	----- $\text{mg dm}^{-3}$ -----		----- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----				
0,63	6,47	10,16	10,7	176,7	35,4	2,99	1,44	0,00	1,82

### 2.1.1. Medição da temperatura e umidade relativa do ar

Durante o período experimental, foi realizado monitoramento diário da temperatura e da umidade relativa do ar, utilizando um termohigrômetro portátil (Figura 2), instalado a 1,5 m do solo, na parte central da casa de vegetação, com termômetro variando na escala de  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , com precisão de aproximadamente  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ , e higrômetro numa escala de 10 a 99 % de umidade relativa do ar, com precisão de aproximadamente 5%, para realizar leituras dos valores de atual, máximo, mínimo e médio, apresentados nas Figuras 3A e 3B.



**Figura 2.** Termohigrômetro instalado no interior da casa de vegetação, Mossoró-RN,2012



**Figura 3A e 3B.** Valores médios, máximos e mínimos da temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente, durante ciclo da cultura do pimentão submetido a manejos de fertirrigação e proporções de NK em ambiente protegido. Mossoró-RN, 2012.

## 2.2. Caracterização experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial, 3 x 5, onde os tratamentos foram formados pela combinação de três manejos de fertirrigação ( $M_1$ = fertirrigação manejada pela marcha de absorção da cultura do pimentão;  $M_2$ = fertirrigação monitorada pelo controle da condutividade elétrica da solução do solo;  $M_3$ = fertirrigação controlada pela concentração dos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$  na solução do solo), cinco proporções de aplicação de NK (0%, 50%, 100%, 150% e 200 %) e quatro repetições, totalizando 60 unidades experimentais dispostos em quatro linhas (blocos) no interior da casa de vegetação, onde os vasos foram posicionados de forma que as linhas ficassem espaçadas em 1,5 m e as planta em 0,5 m (Figura 4). A unidade experimental foi representada por um vaso plástico com capacidade para 25 L, contendo duas plantas de pimentão.



**Figura 4.** Disposição dos vasos no interior da casa de vegetação, Mossoró-RN, 2012.

Para o manejo M<sub>1</sub> foi utilizada como referência (100%) a quantidade de nutrientes (N e K), recomendado para a cultura do pimentão na região do Agropolo Assu-Mossoró (Tabela 2), onde o total aplicado foi equivalente a 215 e 314 kg ha<sup>-1</sup>, para N e K, respectivamente (FREITAS, 2009).

**Tabela 2.** Quantidade de nitrogênio e potássio de referência utilizado para o manejo da fertirrigação (M<sub>1</sub>) da cultura do pimentão.

Época de aplicação (Dias após o transplântio – DAT)	Nutriente	
	N	K
	-----g planta <sup>-1</sup> -----	
Até 14	0,069	0,099
15 – 28	0,197	0,326
29 – 42	0,208	0,351
43 – 56	0,284	0,390
57 – 70	0,241	0,350
71 - 84	0,296	0,431
85 – 98	0,258	0,396
99 – 112	0,249	0,376
113 - 126	0,243	0,293
127 - 132	0,104	0,120
Total utilizado (g planta <sup>-1</sup> )	2,147	3,134
Total (kg ha <sup>-1</sup> )	215	314

Fonte: Freitas (2009)

Para os manejos M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, foi tomada como referência a solução nutritiva para cultura do pimentão no sistema NFT, recomendada por Castellane e Araújo (1994). As proporções de NK utilizadas nos manejos M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> foram referentes as concentrações desses nutrientes na solução do solo coletada durante ensaio de calibração nutricional, definidas da seguinte forma (Tabela 3):

**Tabela 3.** Condutividade elétrica e concentração de nitrogênio e potássio das soluções nutritivas utilizadas na calibração nutricional para os manejos M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, Mossoró-RN, 2012.

Proporção de NK (%)	M <sub>2</sub>		M <sub>3</sub>			
	Condutividade elétrica		Nitrogênio		Potássio	
	----- (dS m <sup>-1</sup> ) -----		----- (mg L <sup>-1</sup> ) -----			
	SA <sup>1</sup>	SE <sup>2</sup>	SA	SE	SA	SE
0	1,59	2,00	0	80,19	0	120,0
50	1,66	2,27	110	138,24	135	117,0
100*	2,18	2,40	200	187,56	250	113,33
150	2,63	2,58	280	215,41	370	153,33
200	3,02	3,03	360	235,82	490	143,33
250	3,40	3,22	450	310,33	600	-
300	3,83	3,40	530	282,73	680	160,0
350	4,24	3,95	610	324,51	760	240,0

<sup>1</sup>SA = Solução Aplicada; <sup>2</sup>SE = Solução Extraída.

\*Recomendação de Castellane e Araújo (1994)

Para o preparo das soluções nutritivas, nas concentrações de 0 a 350%, foram utilizados os seguintes sais solúveis em água (Tabela 4).

**Tabela 4.** Quantidade das soluções de sais utilizadas nas soluções nutritivas para calibração. Mossoró, RN, 2012.

Proporção de NK* (%)	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	KNO <sub>3</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> )	MgSO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	NaNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
	-----mL-----						
0	0	0	0	1,1	2,75	0	1,26
50	1,26	1,88	1,75	1,1	1,0	0	0
100	1,26	5,02	2,75	1,1	0	0	0
150	1,26	8,16	2,75	1,1	0	2,63	0
200	1,26	11,3	2,75	1,1	0	4,91	0
250	1,26	14,45	2,75	1,1	0	7,19	0
300	1,26	17,59	2,75	1,1	0	9,48	0
350	1,26	20,73	2,75	1,1	0	11,75	0

\*Soluções com concentração 1M.

As quantidades de nitrogênio e potássio (g planta<sup>-1</sup>) aplicado durante todo o ciclo da cultura do pimentão, nos diferentes manejos de fertirrigação, são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Quantidade de NK (g planta<sup>-1</sup>) aplicados durante o ciclo da cultura do pimentão. Mossoró, RN, 2012.

Proporção de NK (%)	Manejo M1		Manejo M2		Manejo M3	
	N	K	N	K	N	K
	-----g planta <sup>-1</sup> -----					
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	4,0	6,1	2,2	3,3	4,1	4,4
100	7,9	12,1	4,0	6,5	6,9	8,9
150	11,8	18,2	7,2	11,7	9,5	13,1
200	15,9	24,1	7,1	11,4	11,8	17,0

O transplântio das mudas de pimentão foi realizado no dia 02/02/2012, aos 28 dias depois da sementeira, colocando-se duas mudas por vaso, sendo essas em condições uniformes com 12-15 cm de altura e apresentando quatro pares de folhas definitivas. Até 15 dias após o transplântio, a irrigação foi suficiente apenas para promover o pegamento das mudas, não sendo realizado nesse período eventos de fertirrigação. Foi instalado na parte mediana entre a borda do balde e a planta, a 25 cm de profundidade um extrator de solução do solo e um tensiômetro, sempre oposto um ao outro, o primeiro com a finalidade de monitorar a concentração dos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$  e a CE na solução do solo e o segundo com o propósito de manejar a irrigação da cultura durante o período do experimento (Figura 5).



**Figura 5.** Posição do extrator da solução do solo e do tensiômetro no interior do vaso. Mossoró-RN, 2012.

A solução do solo foi extraída utilizando-se os extratores providos de cápsulas cerâmicas em sua extremidade inferior e borrachas especiais de vedação na extremidade superior. Foi promovida tensão de aproximadamente 80 kPa, sendo o vácuo aplicado sempre 12h após a irrigação, a retirada da solução de dentro dos extratores 12 h após o vácuo, sendo o teor de umidade do solo averiguado diariamente com auxílio de um tensímetro.

### **2.3. Equipamentos utilizados**

Ao longo do experimento foram realizadas, semanalmente, coletas da solução do solo onde foram armazenadas em recipientes plástico previamente lavados com água destilada, para posteriormente serem encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Drenagem da UFERSA. A condutividade elétrica e o teor de nitrato foram determinados utilizando um medidor de íons de bancada modelo AD 1020 ADWA (Figura 6A), enquanto o teor de potássio foi analisado utilizando um fotômetro de chamas modelo DM-62 DIGIMED (Figura 6B).

Foram realizadas, quinzenalmente, leituras do teor de clorofila, com intensão de avaliar e acompanhar a absorção do nitrogênio pelas plantas de pimentão, para tanto foi utilizado o clorofilômetro portátil modelo CCM 200 OPTI-SCIENCES (Figura 6C). Ao final do experimento foi realizado, em um único dia e a cada duas horas, iniciando-se as 6 h e encerrando-se as 16 h, a leitura da condutância estomática utilizando o porômetro modelo AP4 – DELTA/T (Figura 6D).

(A) Medidor de Íons



(B) Fotômetro de chamas



(C) Clorofilômetro Portátil



(D) Porômetro



**Figura 6.** Medidor de íons (A), fotômetro de chamas (B), Clorofilômetro portátil (C), porômetro (D) utilizados durante a realização do experimento. Mossoró-RN, 2012.

## 2.4. Fertirrigação

Para manejo da fertirrigação, foi simulado um sistema localizado de aplicação dos fertilizantes, para cada vaso, onde uma garrafa, tipo PET de 2 L, foi erguida de cabeça para baixo, sendo a parte superior (fundo da garrafa) cortada para permitir colocar a solução nutritiva. A extremidade inferior (tampa) foi perfurada, sendo colocado um microtubo com a intenção de controlar a vazão. A irrigação foi realizada por meio de um sistema de

gotejamento, utilizando emissores tipo microtubo com vazão de  $1,5 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados  $0,50 \text{ m}$ , disposto em quatro linhas laterais com mangueiras de  $16 \text{ mm}$  de diâmetro. Para o suprimento hídrico adequado foi tomado como referência à curva de retenção da água no solo na profundidade de  $25 \text{ cm}$ , e o controle da lâmina de água foi feita com base na leitura diária dos tensiômetros instalados em cada vaso, e na mesma profundidade do teste de calibração hídrica.

A reposição de água foi realizada, diariamente, sempre com a intenção de manter o volume de água necessário para elevar o teor de água no solo dos vasos à capacidade de campo (Equação 1):

$$T_{ir} = \frac{(U_{cc} - U_a) \times m_s}{q} \times 60 \quad (1)$$

$T_{ir}$  - Tempo de irrigação (min);

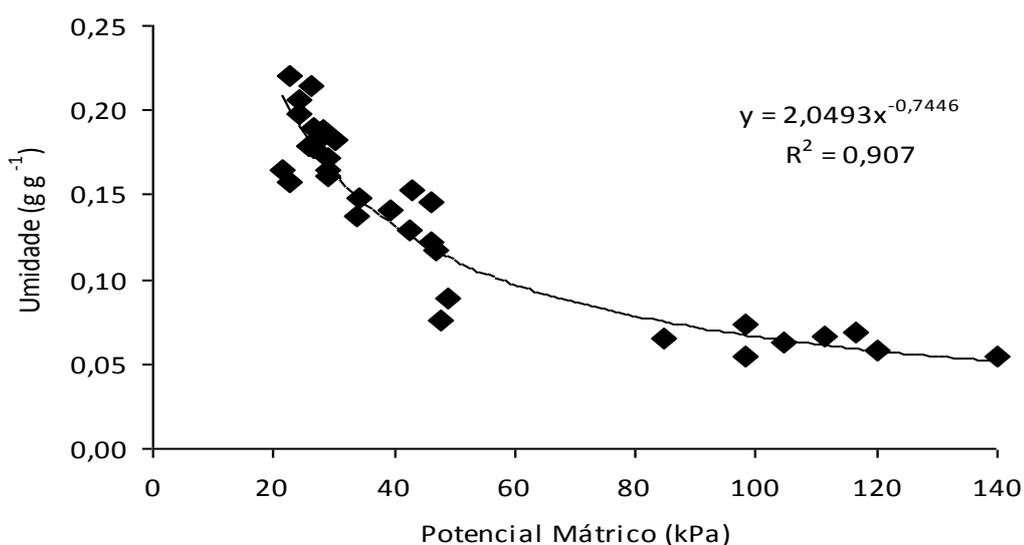
$U_{cc}$  - Umidade do solo na capacidade de campo ( $\text{kg kg}^{-1}$ );

$U_a$  - Umidade atual do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ );

$m_s$  - Massa de solo do vaso (kg);

$q$  - Vazão do sistema ( $1,5 \text{ L h}^{-1}$ ).

Sendo assim, com o propósito de expressar a relação entre o conteúdo de água e o potencial mátrico do solo, foi construída a curva característica de água no solo. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, a uma profundidade de  $25 \text{ cm}$ , e correlacionada com as leituras de tensão obtida através da tensiometria. Os resultados da capacidade de retenção de água do solo utilizado no experimento estão expressos na Figura 7.



**Figura 7.** Curva característica de água no solo utilizado no experimento, a 0-25 cm de profundidade. Mossoró-RN, 2012.

## 2.5. Manejo da Cultura

A variedade de pimentão em estudo foi a *All Big*, pertencente ao grupo conhecido como Cascadura, muito cultivado pelos produtores do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba. As plantas dessa variedade apresentam bom vigor e enfolhamento, tamanho médio de 70 cm, podendo em seu ápice de crescimento chegar a aproximadamente 1,0 m de altura, sendo resistentes a *Phytophthora capsici* (Requeima) e *Tabacco mosaic vírus* (Mosaico do tabaco). Os frutos são firmes, possuem formato quadrado, apresentam coloração verde-médio a avermelhado quando maduros e peso médio de 200 g.

As práticas culturais, sempre que necessárias, foram constituídas por capinas manuais, pulverizações com adubo foliar, fungicida, acaricida e inseticida, bem como tutoramento. Foram conduzidas duas plantas por vaso até o final do experimento, que permaneceram direcionados utilizando-se quatro estacas de concreto em cada bloco, espaçadas em 4 m, com arames nº 12 esticados de uma extremidade a outra em cada fileira e suspensos a partir dos 20

cm de altura até o limite de 1 m. A planta de pimentão foi amarrada utilizando fitas tipo fitilho.

Em cada parcela, antes de iniciar a semeadura, foi realizada a incorporação 16 g vaso<sup>-1</sup> de superfosfato simples como suplementação de fósforo conforme recomendação de Freitas (2009) e de 1,0 kg de adubo orgânico Poli-Fértil, com o propósito de melhorar as condições de aeração do solo. As pulverizações com inseticida, fungicida e acaricida, assim como aplicação foliar de micronutriente e estimulante floral, e o intervalo de aplicação foram realizadas com os produtos listados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Insumos agrícolas utilizados durante a condução da cultura do pimentão. Mossoró-RN, 2012.

Produto	Classe	Classe toxicológica	PA <sup>1</sup>	Inseto alvo/Patógeno	Intervalo (dias)	Dose
Pirephos	Inseticida	II	Esfenvalerato + Fenitrotiona	Pulgão e Mosca Branca	15	0,5 ml L <sup>-1</sup> de H <sub>2</sub> O
Abamex	Acaricida	I	Abamectina	Acaro rajado	15	1,0 ml L <sup>-1</sup> de H <sub>2</sub> O
Cabrio-Top	Fungicida		Pyraclostrobin + Metiram	Oídio	07	2,5 ml L <sup>-1</sup> de H <sub>2</sub> O
Cropset	Adubo foliar	-	-	-	07	1,0 ml L <sup>-1</sup> de H <sub>2</sub> O

<sup>1</sup>PA = Princípio ativo

As colheitas, em número de seis, foram efetuadas a partir dos 70 dias após o transplântio, e as demais em intervalos semanais quando os frutos apresentavam coloração verde escuro brilhante, onde foram colhidos, ensacados e cuidadosamente conduzidos para o Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFERSA, selecionados, contabilizados e avaliados sob aspectos de qualidade.

## 2.6. Características avaliadas

### 2.6.1. Características de crescimento

As avaliações foram realizadas aos 120 dias após o transplântio, onde as plantas foram cortadas a aproximadamente 2,0 cm da superfície do vaso, em seguida ensacadas e conduzidas por bloco experimental ao Laboratório de Irrigação e Drenagem da UFERSA, para serem verificadas as seguintes características:

- 1. Altura de Plantas (cm):** comprimento medido da base do corte do caule rente ao solo até o meristema apical da planta, utilizando trena graduada em centímetros;
- 2. Diâmetro do Caule (mm):** medida realizada a 2,0 cm acima da região onde foi feito o corte do caule próximo ao solo, utilizando paquímetro digital;
- 3. Número de Folhas (folhas planta<sup>-1</sup>):** contagem manual das folhas com limbo sem deformações e apresentando coloração característica;
- 4. Área Foliar (cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>):** medida realizada nas folhas com limbo sem deformações e apresentando coloração característico, utilizando o medidor de área foliar Licor Equipamentos<sup>®</sup> modelo LI-3100;
- 5. Massa Seca das Raízes, Caules, Folhas, Frutos e Total (g planta<sup>-1</sup>):** após pesagem do material fresco, os mesmos foram acondicionados em sacos de papel e levados a secar em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, por aproximadamente 72 horas. Em seguida foram pesados em balança de precisão (0,01 g);
- 6. Comprimento da raiz (cm):** avaliado utilizando uma régua graduada em centímetros, e com medição do colo até o ápice basal da maior raiz.

## 2.6.2. Características de Produção

- 1. Produtividade:** somatório da massa fresca de todos os frutos colhidos nas seis colheitas, expresso em g planta<sup>-1</sup>;
- 2. Número Total de Frutos:** quantidade total de frutos contabilizados nas seis colheitas, expresso em frutos planta<sup>-1</sup>;
- 3. Produtividade Comercial:** percentual de frutos comerciais obtidos de todos os frutos colhidos, exceto aqueles com danos mecânicos, ataques de pragas ou doenças e cloroses, expresso em g planta<sup>-1</sup>;
- 4. Comprimento do Fruto:** medida longitudinal da cicatriz peduncular até o ápice da extremidade oposta do fruto, realizada utilizando paquímetro digital, expressa em centímetros;
- 5. Diâmetro do Fruto:** medida transversal da parte mediana central dos frutos, realizada utilizando paquímetro digital, expressa em centímetros;
- 6. Espessura da Polpa:** medida da polpa do fruto realizada na região equatorial após corte longitudinal do mesmo, para tanto foi utilizado um paquímetro digital, expresso em mm.

Além das avaliações de crescimento, produção e partição de fitomassa, foram realizadas leituras de condutância estomática e teor de clorofila, sendo a primeira em uma única oportunidade, no final do experimento, e a segunda em intervalos quinzenais, iniciando-se aos 30 DAT.

## **2.7. Classificação dos frutos**

Para classificação dos frutos, geralmente são levados em consideração o grupo (de acordo com o formato do fruto), subgrupo (de acordo com a coloração do fruto), classe (de acordo com o comprimento do fruto) e subclasse (de acordo com o diâmetro ou calibre do fruto), além da caracterização e a quantificação dos defeitos considerados graves e leves, obedecendo-se aos limites de tolerância para cada tipo de defeito (BRASIL, 2011).

Para o presente estudo, foi levado em consideração, principalmente, a classificação com base na classe e subclasse, ou seja, os frutos foram classificados pelo tamanho de acordo com as normas vigentes no Ministério da Agricultura (BRASIL, 2011), da seguinte forma: comerciais (comprimento  $\geq 6,0$  cm e diâmetro  $\geq 4,0$  cm) e não comerciais (comprimento  $< 6,0$  cm e diâmetro  $< 4,0$  cm) ou com algum defeito grave tais como: frutos murchos, deteriorados, mal formados, com danos por doenças, pragas e mecânicos.

## **2.8. Procedimentos estatísticos**

Os resultados encontrados foram submetidos a análise de variância (ANAVA), aplicando-se o teste F com nível de significância de 5% de probabilidade, e nos casos em que ocorreu interação significativa entre os fatores manejos de fertirrigação e proporção de NK foi realizada o desdobramento. Para o fator quantitativo, relativo as proporções de NK, foi realizada análise de regressão, aplicando-se os modelos: linear, quadrático ou cúbico, com base no nível de significância e maior coeficiente de determinação, além de considerar as características biológicas das plantas aos tratamentos aplicados. Para o fator qualitativo ( $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ ) foi aplicado o teste Tukey, a 5% de probabilidade para comparação das médias. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando-se o software SISVAR 4.1 (FERREIRA, 2008).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO

De acordo com o resumo da análise de variância observado na Tabela 7, foi verificada interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre os fatores manejos de fertirrigação e proporção de NK aplicado, para as variáveis área foliar (AF), número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento raiz (CR). Avaliando os fatores isoladamente, verificou-se efeito significativo para todas as variáveis estudadas, exceto para DC e CR no fator manejo de fertirrigação. De acordo com os resultados encontrados pode-se afirmar que o desenvolvimento das plantas de pimentão foi influenciado tanto pelos manejos de fertirrigação quanto pelas proporções de NK.

**Tabela 7.** Valores de F de área foliar (AF), número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento raiz (CR), de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012.

Fontes de variação	-----Variáveis-----				
	AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	NF (folhas planta <sup>-1</sup> )	AP (cm)	DC (mm)	CR (cm)
	-----Valores de F-----				
Bloco	0,04	2,21	0,43	1,22	4,55
Manejo (M)	11,25**	3,79*	4,17*	1,09 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>
Proporção de NK (P)	59,83**	56,06*	10,54**	10,24**	3,24*
M x P	9,62**	3,87**	3,12**	0,92**	0,54**
CV (%)	14,69	15,33	12,94	11,1	12,99

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo.

Em estudo realizado por Silva (2002), nas condições climáticas do município de Piracicaba-SP, foi possível observar que os manejos de fertirrigação através do controle da condutividade elétrica (CE) e do monitoramento do íons nitrato e potássio, assim como observado no trabalho, promoveram efeito significativo nas características de crescimento, porém não discrepantes.

Avaliando simultaneamente o efeito dos manejos de fertirrigação ( $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ ) sobre a área foliar (AF), foi possível verificar que ocorreu diferença estatística nas proporções de NK 50%, 150% e 200%. Na média geral, a fertirrigação a partir do monitoramento dos íons N e K ( $M_3$ ) proporcionou resultados significativos para esta variável, com área foliar de 9009,57  $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  (Tabela 8).

Com relação a número de folhas, constatou-se que somente nas proporções de NK 150 e 200% houve diferenças estatísticas entre as médias dos manejos de fertirrigação ( $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ ), e o  $M_3$  proporcionou as maiores quantidades de folhas por planta, como por exemplo, 326 folhas na proporção NK 150%.

Para o diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR) foi possível observar que não houve diferenças estatísticas entre as médias dos manejos de fertirrigação, quando se observa a média geral dos manejos, verifica-se que o  $M_3$  e o  $M_2$  para DC e CR promoveram os resultados 15,88 mm e 21,90 cm, respectivamente.

As tendências observadas neste estudo fortalecem a consistência dos resultados, e reforçam a tese que monitorar especificamente os íons nitrato e potássio favorecem o crescimento das plantas.

Resultado semelhante a número de folhas por planta foi observado para a altura de plantas, onde as proporções de NK 100 e 150% promoveram diferenças estatísticas entre as médias observadas. Avaliando a média geral verificou-se que, assim como o observado nas demais variáveis já citadas, o  $M_3$  foi o que promoveu a maior altura de plantas (128 cm), muito provável pelo manejo específico dos íons nitrato e potássio, o que permite o controle da salinidade do solo, como ocorre também no manejo  $M_2$  (Tabela 8).

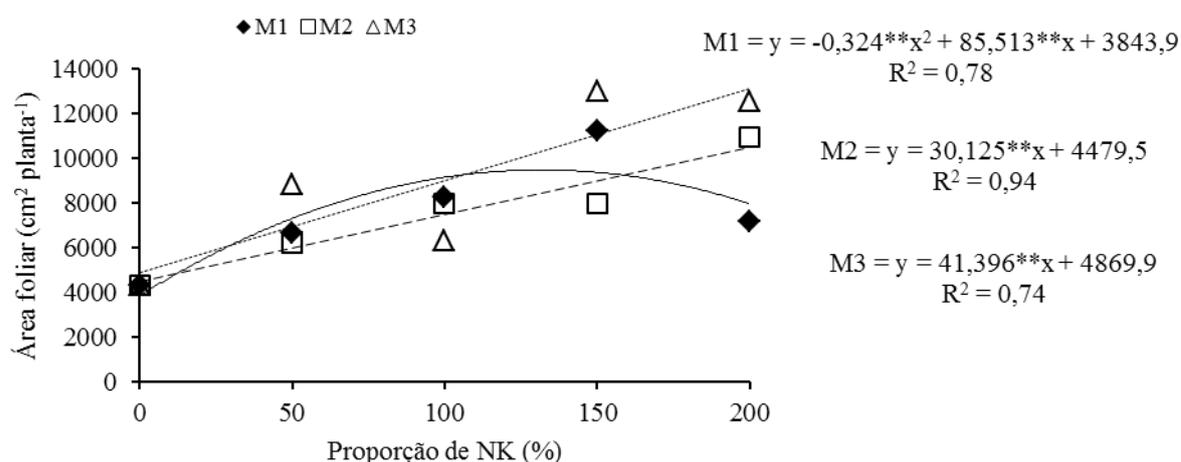
**Tabela 8.** Valores médios para área foliar (AF), número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e comprimento de raiz (CR), de plantas de pimentão submetidos a manejos de fertirrigação e proporção de NK, Mossoró-RN, 2012.

Proporção de NK (%)	Manejos	AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	NF (folhas/planta)	AP (cm)	DC (mm)	CR (cm)
0	M1	4328,05a*	101,00a	83,00a	12,99a	18,75a
	M2	4328,05a	101,00a	83,00a	12,99a	18,75a
	M3	4328,05a	101,00a	83,00a	12,99a	18,75a
50	M1	6639,34b	206,50a	101,50a	14,06a	20,75a
	M2	6189,92b	209,00a	93,25a	14,37a	21,25a
	M3	8806,42a	264,00a	113,75a	16,33a	21,25a
100	M1	8253,57a	265,25a	102,75ab	16,46a	20,00a
	M2	7987,38a	228,50a	124,75a	16,65a	23,25a
	M3	6330,29a	231,75a	101,00b	15,43a	21,50a
150	M1	11236,71a	261,25b	99,00b	15,88a	23,50a
	M2	8000,88b	212,25b	92,50b	17,63a	23,00a
	M3	13005,45a	325,75a	125,75a	17,86a	21,25a
200	M1	7185,95b	263,75a	114,50a	15,99a	20,50a
	M2	10953,8a	330,00b	106,75a	15,55a	23,25a
	M3	12577,62a	296,75ab	128,00a	16,78a	20,75a
Média	M1	7529,13b	219,55b	100,15b	15,08a	20,70a
	M2	7442,01b	216,15b	100,05b	15,44a	21,90a
	M3	9009,57a	243,85a	110,70a	15,88a	20,70a

\* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, entre manejos em cada proporção de NK, estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. M<sub>1</sub> – Fertirrigação a partir da marcha de absorção da cultura; M<sub>2</sub> – Fertirrigação a partir do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo; M<sub>3</sub> – Fertirrigação a partir do monitoramento da concentração de íons N e K na solução do solo.

### 3.1.1. Área foliar

Com relação ao efeito das proporções de nitrogênio e potássio sobre a área foliar, pode-se verificar que o manejo  $M_1$  ajustou-se ao modelo quadrático de regressão polinomial, os manejos  $M_2$  e  $M_3$  ajustaram-se ao modelo linear. Para o  $M_1$  o maior valor da proporção NK foi de 132%, no qual proporcionou uma estimativa de área foliar máxima de  $9.486,2 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ . Para os manejos  $M_2$  e  $M_3$ , a proporção máxima de NK (200%) proporcionou área foliar de  $10.504,5 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  e  $13.149,1 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ , respectivamente, correspondendo a incremento de 134,5% ( $M_2$ ) e 170% ( $M_3$ ) em relação à proporção 0% (Figura 8).



**Figura 8.** Área foliar de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Comportamento semelhante ao observado no presente estudo, foi verificado por Oliveira (2012), que apresentou as maiores estimativas de área foliar para as plantas fertirrigadas através do manejo com controle da condutividade elétrica, na proporção NK 229%, e monitoramento dos íons nitrato e potássio, na proporção NK 219%, sendo estimadas áreas foliares de  $9.839,7$  e  $9574,2 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ , respectivamente. É importante considerar que as diferenças encontradas entre os valores obtidos neste experimento e nos experimentos dos

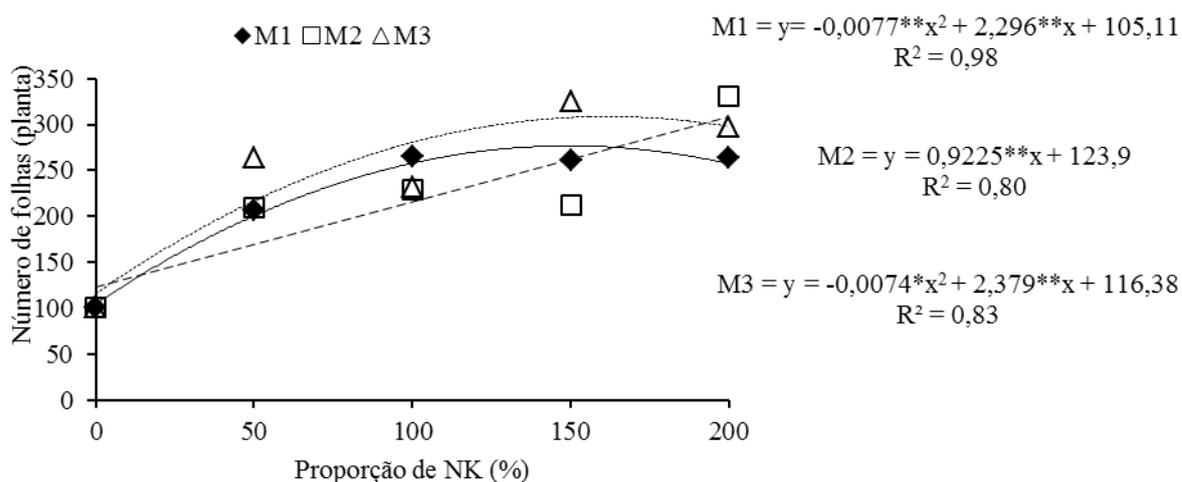
referidos autores devem estar associadas as características específicas de crescimento das variedades e híbridos, bem como as condições climáticas de cada região em estudo.

Segundo Malavolta et al. (1997), o nitrogênio estimula o crescimento vegetativo das plantas, porque faz parte da constituição de enzimas, coenzimas, vitaminas e proteínas que participam da absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular.

A cultura do pimentão tem crescimento indeterminado, tem sua área foliar crescente com o tempo de cultivo, porém, em termos absolutos, os valores podem variar consideravelmente, dependendo do sistema de condução das plantas (HARTZ, 1996).

### **3.1.2. Número de folhas por planta**

Para o número de folhas por plantas, verificou-se que os manejos  $M_1$  e  $M_3$  ajustaram-se ao modelo quadrático, e o manejo  $M_2$  ao modelo linear. Observou-se para  $M_1$  e  $M_3$  que as proporções de NK 149,1 e 160,7%, respectivamente, proporcionaram maiores estimativas de quantidade de folhas por planta, que foi de 276,3 e 307,6. Para o manejo  $M_2$  a proporção máxima de NK (200%) promoveu estimativa de 308,4 folhas por planta, possibilitando um incremento de 148,9%, em relação a proporção 0% de NK, tendo havido incremento de 0,92 folhas por aumento unitário da proporção NK (Figura 9).

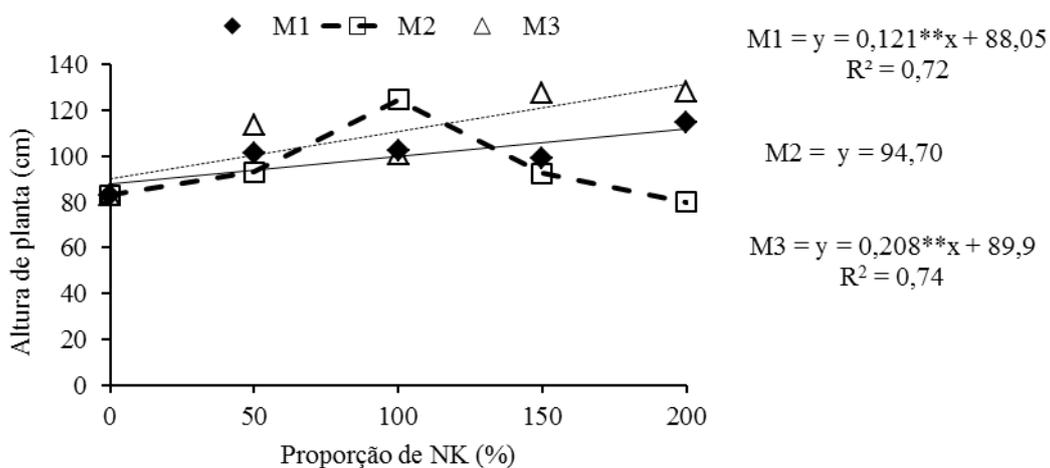


**Figura 9.** Número de Folhas por planta de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Para os manejos de fertirrigação com base no controle da CE e monitoramento dos íons nitrato e potássio, Oliveira (2012), relata que os maiores valores foram estimados para as proporções de 197 e 218%, respectivamente, com 383 e 345 folhas.

### 3.1.3. Altura de plantas

Com relação a altura de plantas, verificou-se que os manejos  $M_1$  e  $M_3$  ajustaram-se ao modelo linear, e o  $M_2$  ao modelo quadrático. Foi observado para o  $M_1$  na proporção de NK 200% uma altura de plantas de 112,3 cm, com incremento de 27,5%, em relação a proporção 0% de NK, ficando abaixo do aumento percebido no  $M_3$  que foi de 46,3%, tendo proporcionado uma altura de plantas 131,5 cm, também na proporção NK 200%, isto significa dizer que houve aumento de 0,12 e 0,21 cm na altura da planta nos manejos  $M_1$  e  $M_3$ . Já quando se observa o  $M_2$  é possível verificar que a maior altura de plantas estimada foi de 110,5 cm, na proporção NK ótima de 98,5%, havendo redução a partir daí (Figura 10).



**Figura 10.** Altura de plantas de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Segundo relatos de Sganzerla (1997), normalmente as plantas de pimentão cultivadas em ambiente protegido alcançam alturas que podem chegar a até 1,25m.

Resultados que contrastam com os observados no presente estudo, foram apresentados por Medeiros (1998), utilizando híbrido “Luiz”, onde a salinidade do solo não apresentou influência significativa sobre a altura de plantas. Neste caso as plantas de pimentão sofreram desbrota e foram conduzidas com duas hastes.

Os valores médios de altura de plantas encontrados ao final do ciclo, assemelham-se aos obtidos por Tivelli (1999) e Villas Bôas (2001), que trabalhando com o híbrido Elisa observaram alturas médias de 1,08 e 1,09 cm, respectivamente.

Há na literatura diversos trabalhos referentes ao desenvolvimento de plantas de pimentão, onde segundo, Charlo et al. (2011), e Albuquerque et al. (2011), a altura das plantas de pimentão pode variar de 50 a 200 cm, dependendo das variedade, condições ambientais, ciclo da cultura e práticas culturais.

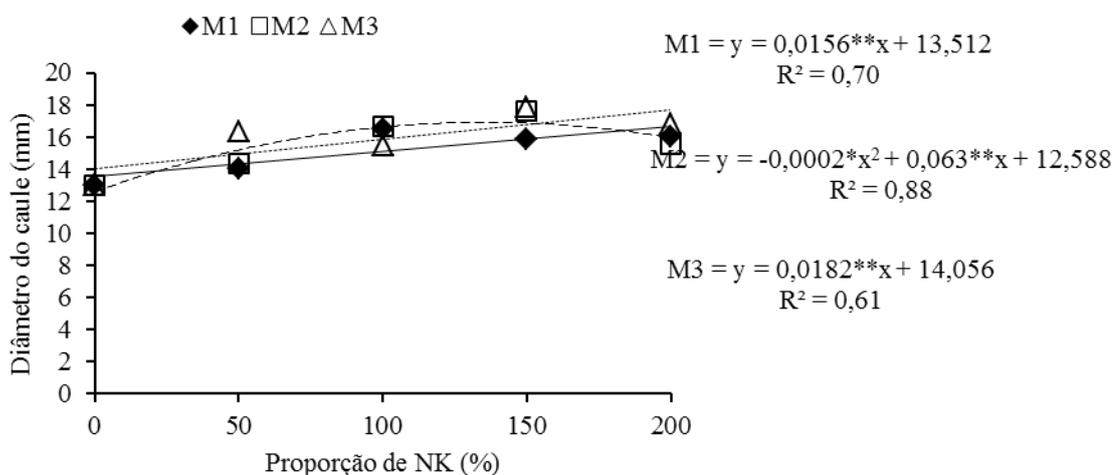
A variedade All Big é uma planta de porte médio, assim, uma das possibilidades dos resultados encontrados no trabalho é provavelmente devido ao fato das plantas de pimentão quando em ambiente protegido, e sob condições ideais de fertilização atingirem padrões de

crescimento mais elevados, corroborando com diversos pesquisadores (SILVA, 2002; FRISINA, 2002; RODRIGUES, 2001; JADOSKI, 2002).

Em estudo semelhante realizado com a cultura do tomate, nas condições edafoclimáticas do município de Piracicaba-SP, Medeiros (2010) verificou que o manejo da fertirrigação através do monitoramento da salinidade da solução do solo promoveu maior crescimento nas plantas, quando comparado com o manejo através da marcha de absorção da cultura. O controle da salinidade do solo pode ser uma das causas que possibilitaram maior crescimento das plantas.

#### **3.1.4. Diâmetro do caule**

Para a variável diâmetro do caule, foi verificado que os manejos  $M_1$  e  $M_3$  ajustaram-se ao modelo linear e o manejo  $M_2$  ao modelo quadrático. Observou-se que nos manejos  $M_1$  e  $M_3$ , a maior proporção de NK (200%), proporcionou os diâmetros de 16,6 e 17,7 mm, respectivamente, promovendo incrementos de 23,1 e 25,9%, em relação a proporção de 0%. Para o manejo  $M_2$  foi verificado que o máximo valor estimado para diâmetro do caule (17,5 mm) foi obtido na proporção ótima de NK 157,5%, que equivalem a incrementos de 0,016 e 0,018 mm, respectivamente, ao diâmetro do caule por aumento unitário da proporção de NK (Figura 11).



**Figura 11.** Diâmetro do caule de plantas de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

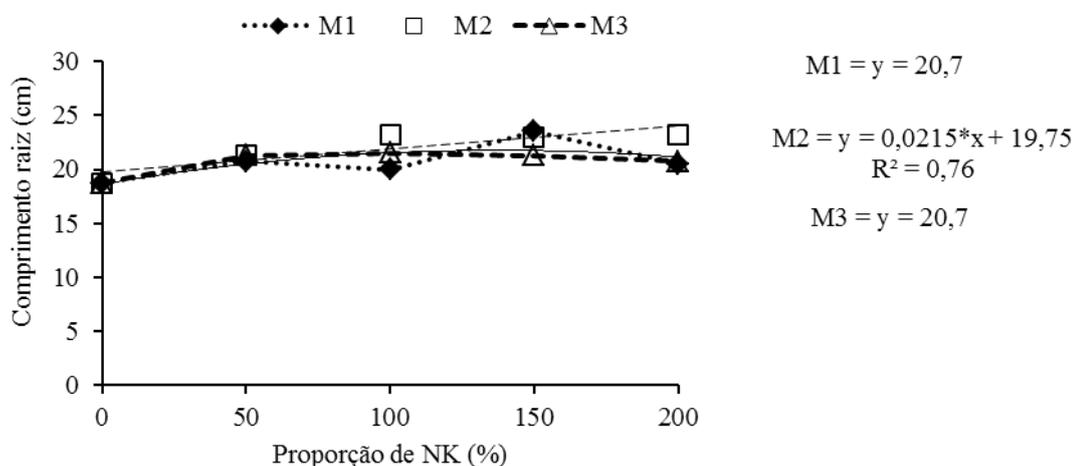
Oliveira (2012), verificou que o manejo da fertirrigação através da marcha de absorção da cultura proporcionou as menores respostas para o diâmetro do caule, nas maiores proporções de NK aplicados (250 e 300%).

Para Silva (2002), apenas no final do ciclo da cultura do pimentão, o manejo da fertirrigação afetou significativamente o diâmetro do caule.

### 3.1.5. Comprimento de raiz

Verificou-se para o comprimento da raiz que os três manejos de fertirrigação proporcionaram comportamento semelhante, os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>3</sub> se ajustaram ao modelo quadrático e o manejo M<sub>2</sub> ao modelo linear. É possível observar que os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>3</sub> obtiveram na mesma proporção de NK 112,5%, para ambos os manejos, estimativas de 21,1 e 21,5 cm de comprimento de raiz respectivamente. O manejo M<sub>2</sub> apresentou na proporção

máxima de NK (200%) um incremento de 21,8%, com incremento de 0,02 cm de comprimento da raiz por acúmulo unitário da proporção de NK, em comparação com a proporção 0% de NK (Figura 12).



**Figura 12.** Comprimento da raiz de plantas de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

A inibição no crescimento do sistema radicular sob condições salinas, verificada no estudo, segundo Munns; Tester (2008) pode ser atribuída à redução da fotossíntese, à baixa disponibilidade de água, aumento da concentração salina da solução e toxicidade pela alta concentração de sais no ambiente das raízes.

Nascimento et al. (2011) relataram que a elevação do teor de sais na água de irrigação inibe a produção de massa radicular nas plantas de pimentão, fato que aconteceu nos manejos M<sub>1</sub> e M<sub>3</sub> a partir da proporção de 112,5%. Ainda, segundo os mesmos autores, ao compararem as médias referentes às plantas irrigadas com água de maior salinidade (4,5 dS m<sup>-1</sup>) em relação à de menor salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), o comprimento da raiz principal das plantas apresentaram redução próximo à 92,7%. Esse efeito é comum nas plantas de pimentão sob irrigação com água salina em cultivo convencional (AKTAS et al., 2009).

### 3.2. ACÚMULO DE FITOMASSA

Verificou-se que ocorreu efeito significativo, em nível de significância de 1% de probabilidade, da interação Manejo x Proporção de NK, e para as variáveis de fitomassa seca da cultura do pimentão estudadas, com exceção, aos 120 dias após o transplântio (Tabela 9).

**Tabela 9.** Valores de F de massa seca folha (MSF), massa seca caule (MSC), massa seca raiz (MSR), massa seca fruto (MSFRUT) e massa seca total (MSTOT) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK, Mossoró-RN, 2012.

Fonte de Variação	-----Valores de F-----				
	MSF	MSC	MSR	MSFRUT	MSTOT
	-----( $\text{g planta}^{-1}$ )-----				
Bloco	1,05	0,53	0,98	0,35	1,63
Manejo (M)	11,47**	44,87**	16,29*	0,16**	32,99**
Proporção de NK (P)	67,53**	61,86**	20,67**	7,98**	105,59**
M x P	4,7**	9,49**	5,61**	0,59**	10,92**
CV (%)	15,35	13,94	19,87	32,29	9,88

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade.

Analisando o efeito dos manejos de fertirrigação em cada proporção de NK sobre a MSF, MSC, MSR, MSFRUT e MSTOT, constatou-se que o manejo M<sub>3</sub> nas proporções de 50, 150 e 200% de NK proporcionaram as maiores médias para estas características. Enquanto que os manejos M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> nas proporções 100 e 150% de NK, respectivamente, as maiores médias de MSFRUT (Tabela 10).

**Tabela 10.** Valores médios para massa seca folha (MSF), massa seca caule (MSC), massa seca raiz (MSR), massa seca fruto (MSFRUT) e massa seca total (MSTOT), de plantas de pimentão submetidos a manejos de fertirrigação e proporção de NK, Mossoró-RN, 2012.

Proporção de NK (%)	Manejos	MSF	MSC	MSR	MSFRUT	MSTOT
0	M1	13,67a*	21,53a	13,83a	20,23a	69,69a
	M2	13,67 <sup>a</sup>	21,53a	13,83a	20,23a	69,69a
	M3	13,67 <sup>a</sup>	21,53a	13,83a	20,23a	69,69a
50	M1	25,28b	38,33b	18,88b	40,47a	122,96b
	M2	24,19b	30,72b	17,29b	37,68a	109,89b
	M3	33,99 <sup>a</sup>	49,29a	29,05a	40,47a	149,63a
100	M1	32,84 <sup>a</sup>	51,48a	19,88a	37,41b	141,62a
	M2	35,50 <sup>a</sup>	48,71a	21,88a	50,07a	156,16a
	M3	30,75 <sup>a</sup>	50,06a	20,03a	38,09b	138,94a
150	M1	43,54b	51,22b	24,12b	40,05ab	158,93b
	M2	35,57b	41,94b	23,43b	35,61b	136,55b
	M3	52,11 <sup>a</sup>	77,73a	41,19a	46,05a	217,09a
200	M1	28,80b	37,75b	16,92b	41,92a	125,40c
	M2	36,25b	39,85b	28,47a	44,94a	149,52b
	M3	45,35 <sup>a</sup>	69,99a	27,98a	48,36a	191,69a
Média	M1	28,83b	40,06b	18,73b	36,02a	123,64b
	M2	29,04b	36,55b	20,98b	37,71a	124,36b
	M3	35,17 <sup>a</sup>	53,72a	26,42a	38,01a	153,41a

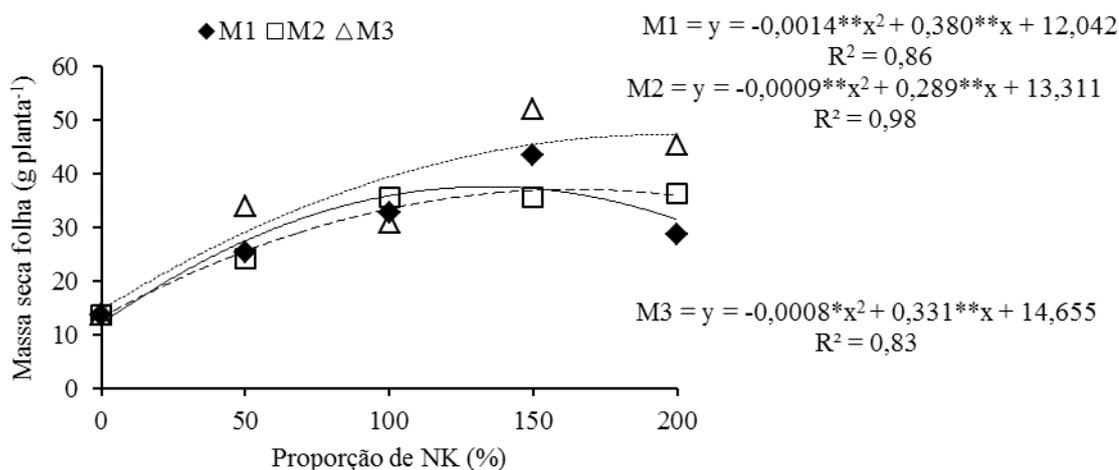
\* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, entre manejos em cada proporção de NK, estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade. M<sub>1</sub> – Fertirrigação a partir da marcha de absorção da cultura; M<sub>2</sub> – Fertirrigação a partir do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo; M<sub>3</sub> – Fertirrigação a partir do monitoramento da concentração de íons N e K na solução do solo.

Para as variáveis MSC e MSR foram verificados resultados semelhantes entre os fatores manejo de fertirrigação e proporção de NK, onde os maiores valores observados foram de 78 e 41 g planta<sup>-1</sup> no manejo M<sub>3</sub> e na proporção de NK 150%. As médias dos manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> não apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste F. Para a variável MSFRUT, verificou-se que as proporções de NK 100% e 150% promoveram diferenças estatísticas entre os manejos estudados, com respostas significativas apresentadas no manejo M<sub>2</sub> (50 g planta<sup>-1</sup>) e manejo M<sub>3</sub> (46 g planta<sup>-1</sup>), respectivamente.

Analisando o efeito dos manejos de fertirrigação em cada proporção de NK aplicado para MSTOT, verificou-se diferença estatística significativa nas proporções 50, 150 e 200% de NK. Observou-se, ainda, que o maior valor para essa variável (217 g planta<sup>-1</sup>) foi constatado no manejo M<sub>3</sub> e proporção NK 150%.

### **3.2.1. Massa seca da folha**

Para massa seca de folhas (MSF) os manejos de fertirrigação M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ajustaram-se ao modelo quadrático (figura 13). Para o manejo M<sub>3</sub> o máximo de MSF foi de 49 g planta<sup>-1</sup> na proporção de 200% de NK, enquanto que para os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub> os máximos de MSF foram de 38 e 37 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, nas proporções de 136 e 161% de NK.



**Figura 13.** Massa seca da folha (MSF) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

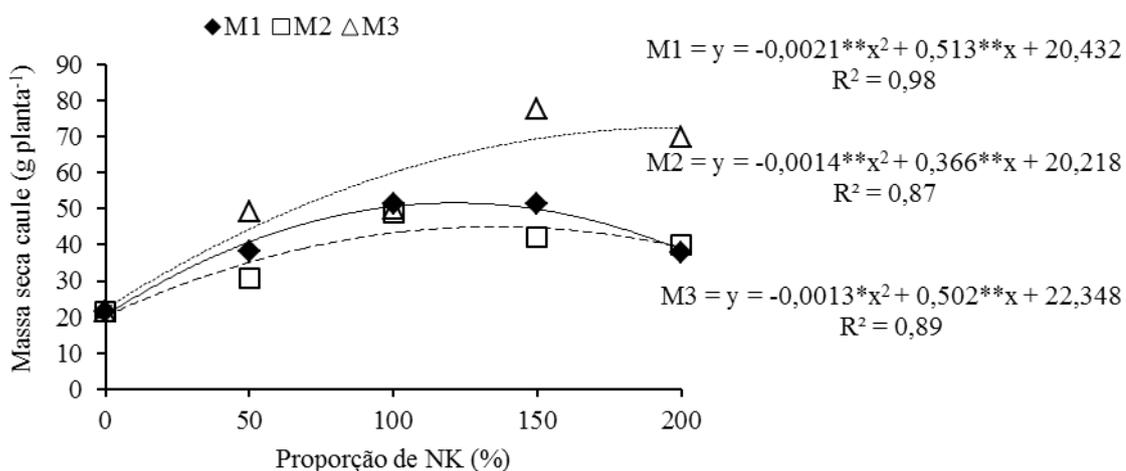
Em estudo realizado nas condições do município de Piracicaba-SP, Duarte (2006), observou que a adubação nitrogenada proporcionou um incremento de 15% na biomassa seca das plantas de pimentão.

Hochmuth et al. (1987) e Crespo-Ruiz et al. (1988) encontraram aumentos significativos na produção de matéria seca de folha e caule de pimentão com o aumento de doses de nitrogênio, corroborando os resultados encontrados no presente estudo, as quais as maiores médias para essa característica foi no manejo específico dos íons nitrato e potássio (M<sub>3</sub>).

Resultado semelhante quando compara-se os manejos, e superior quando observa-se as proporções de NK aos valores encontrados por Oliveira (2012), vindo a perceber que no presente estudo que os manejos da fertirrigação através do monitoramento de NK (M<sub>3</sub>) e através do controle da CE (M<sub>2</sub>), promoveram as melhores respostas para massa seca da folha, sendo estimado os máximos valores para a proporção 238% no manejo M<sub>2</sub> (76,6 g planta<sup>-1</sup>) e 198% para o manejo M<sub>3</sub> (60,9 g planta<sup>-1</sup>).

### 3.2.2. Massa seca do caule

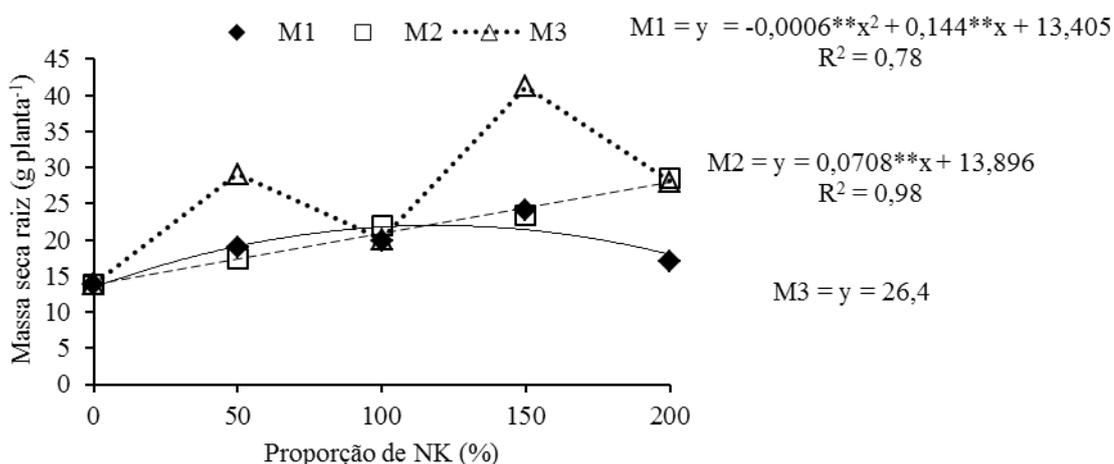
Para a variável massa seca do caule (MSC), as equações de regressão ajustaram-se ao modelo quadrático, onde as respectivas equações explicaram 98, 87 e 89% a variação dos dados, em função das proporções de NK aplicadas. No entanto, foi possível observar que o manejo da fertirrigação que monitora os íons nitrato e potássio (M<sub>3</sub>) proporcionou as melhores respostas, onde na proporção NK 193% foi encontrado uma estimativa de MSC de 71 g planta<sup>-1</sup>. Para os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub>, constatou-se que as proporções de NK 122% e 131% promoveram estimativas de MSC de 52 e 44 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. A partir das proporções de NK 193% para o manejo M<sub>3</sub> e de 122 e 131% para os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub>, houve redução da massa seca do caule (Figura 14).



**Figura 14.** Massa seca do caule (MSC) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

### 3.2.3. Massa seca de raízes

Para massa seca de raízes (MSR) verificou-se que os manejos  $M_1$  e  $M_3$  ajustaram-se ao modelo quadrático, já o  $M_2$  ao modelo linear. Seguindo uma tendência observada nas variáveis anteriores, o  $M_3$  mais uma vez apresentou as melhores respostas, onde na proporção de NK 146% proporcionou a maior estimativa de MSR (32 g planta<sup>-1</sup>). No manejo da fertirrigação que monitora a condutividade elétrica do solo  $M_2$  verificou-se que na maior proporção de NK (200%) obteve-se uma estimativa de 28 g planta<sup>-1</sup>, proporcionando incremento de 102%, em relação a proporção 0% de NK (Figura 15).



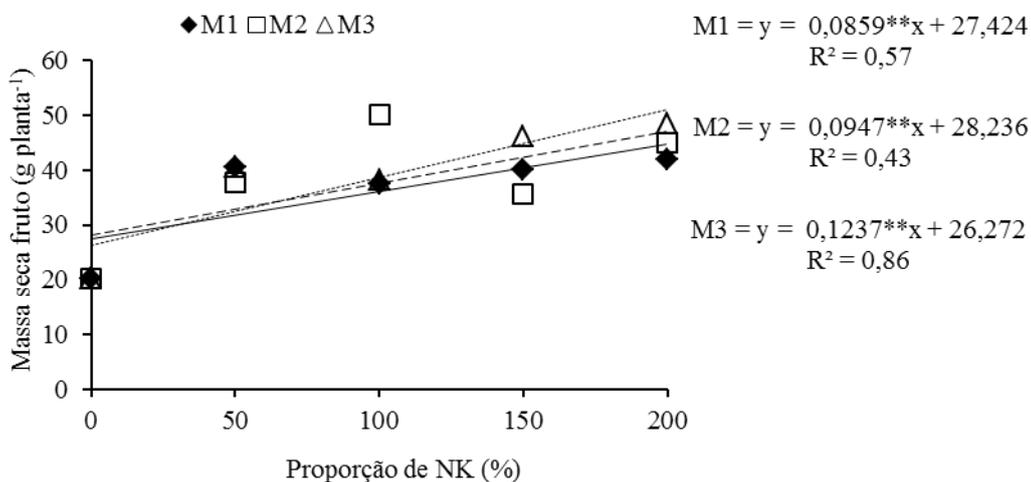
**Figura 15.** Massa seca de raízes (MSR) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Bar-Yousef et al. (1980) encontraram respostas favoráveis ao N e K na produção de raízes do pimentão e relatam sua distribuição no solo, lateralmente à linha de gotejadores e em profundidade no perfil do solo. Singh e Srivastawa (1988) também encontraram efeito favorável do N na produção de raízes de pimentão, que aumentou de 6,5 g por planta para 10,1 g por planta.

Avaliando o rendimento e a qualidade do pimentão, Silva et al. (1999) ressaltaram que a adubação a base de nitrogênio até a dose máxima estimada de 27,0 g m<sup>-2</sup>, promoveu incremento na produção de matéria seca das raízes, não influenciando sobre a produção de frutos.

### 3.2.4. Massa seca de fruto

Analisando a massa seca de frutos (MSFRUT), verificou-se que os manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> ajustaram-se ao modelo linear. Constatou-se a mesma tendência das variáveis anteriormente citadas, onde o manejo M<sub>3</sub> promoveu resultado significativo (94%), atingindo na proporção de NK máxima (200%) a estimativa de 51 g planta<sup>-1</sup> para a MSFRUT (Figura 16).



**Figura 16.** Massa seca dos frutos (MSFRUT) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

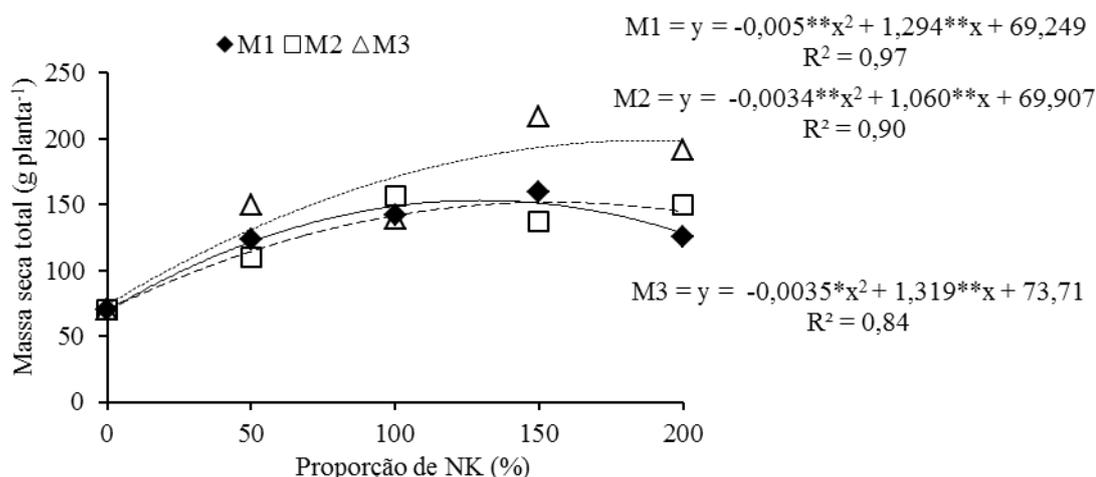
Foi possível verificar que o aumento na proporção de NK, independente do manejo de fertirrigação, promoveu incremento sobre a biomassa seca do fruto.

De acordo com estudo realizado por Silva et al. (1999), a adubação nitrogenada utilizando dose máxima de 270 kg ha<sup>-1</sup> não influenciou na produção de massa seca dos frutos.

Analisando a fitomassa seca dos frutos, Oliveira (2012) verificou aumento em resposta ao incremento nas proporções de NK, os maiores valores observados nos manejos de fertirrigação M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> foram estimados para os níveis 117% (79,5 g planta<sup>-1</sup>) 160% (10,7 g planta<sup>-1</sup>) e 169% (92,7 g planta<sup>-1</sup>).

### **3.2.5. Massa seca total**

Para massa seca total (MST) verificou-se que os manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> ajustaram-se ao modelo quadrático, no entanto, seguindo a tendência observada para as demais variáveis da fitomassa seca, observou-se que o M<sub>3</sub> proporcionou a maior estimativa de MST (198 g planta<sup>-1</sup>), quando comparado com os demais manejos. Para os M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub> observou-se os maiores valores estimados de MST nas proporções de NK 129% e 156%, respectivamente, com 153 g planta<sup>-1</sup>, em ambos os manejos (Figura 17).



**Figura 17.** Massa seca total (MST) de plantas de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Rincon et al. (1995), trabalhando com a cultura do pimentão cultivar Lamuyo, em ambiente protegido, constataram ao final do ciclo da cultura, após aproximadamente 5 meses do transplantio das mudas, uma produção de 11,7 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca total (parte aérea), contribuindo os frutos em 67%, as folhas em 19% e caules, em 14%.

Sob condições climáticas semelhantes, Freitas (2009) encontrou maiores valores médios de massa seca total, quando as plantas foram cultivadas sob espaçamento de 0,2 m. Ainda segundo a autora o acúmulo de massa seca total durante o período experimental foi lento até 42 dias após o transplantio (DAT), intensificando-se a partir deste período, atingindo o pico máximo de 5.369,283 kg ha<sup>-1</sup> aos 122 DAT. Fontes et al. (2005) verificaram aumentos contínuos de massa seca total na parte aérea e nos frutos até os 224 DAT.

#### 4. CONCLUSÕES

O crescimento das plantas de pimentão, cultivado em ambiente protegido, é influenciado pelo tipo de manejo da fertirrigação empregado;

As proporções de NK 150% e 200%, nos manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, promoveram as melhores respostas para as características de crescimento e acúmulo de fitomassa da cultura do pimentão;

A fertirrigação utilizando o manejo M<sub>3</sub>, com base no monitoramento dos íons NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e K<sup>+</sup>, destacou-se quando foram avaliados as características de crescimento e acúmulo de fitomassa na cultura do pimentão em ambiente protegido.

### **CAPÍTULO III**

#### **PRODUÇÃO E ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO PIMENTÃO SUBMETIDO A MANEJOS DE FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

NUNES JÚNIOR, Edivan Silva. **Produção e aspectos fisiológicos do pimentão submetido a manejos de fertirrigação nitrogenada e potássica**. 2013. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

## RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) vem se destacando como uma das culturas mais consumidas no Brasil, tendo em vista o aumento da produção nos últimos anos, principalmente em ambiente protegido, comparado a outras culturas. É uma planta de clima tropical e necessita de temperaturas elevadas, bastante exigente no que diz respeito às características químicas e físicas do solo, respondendo muito bem à adubação mineral, e excelentes produtividades podem ser obtidas quando os nutrientes são ofertados as plantas na quantidade ideal e no momento adequado. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de três manejos de fertirrigação, associado a proporções de NK sobre a produção da cultura do pimentão, cultivado em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, situado no Campus Oeste da Universidade Federal Rural do Semiárido, no município de Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de três manejos de fertirrigação ( $M_1$ = fertirrigação manejada pela marcha de absorção da cultura do pimentão;  $M_2$ = fertirrigação monitorada pelo controle da condutividade elétrica da solução do solo;  $M_3$ = fertirrigação controlada pela concentração dos íons nitrato e potássio na solução do solo), e cinco proporções de aplicação de nitrogênio e potássio (NK) (0%, 50%, 100%, 150% e 200%), totalizando 60 unidades experimentais, a variedade de pimentão em estudo foi *All Big*. Ocorreu efeito significativo na interação dos fatores Manejo x Proporção NK para as variáveis Número total de frutos, Peso fruto total, Comprimento do fruto e Espessura da polpa, exceto para a variável diâmetro do fruto, resultado semelhante foi observado para o fator isolado Proporção NK, já para o fator isolado Manejo constatou-se que não houve efeito significativo sobre as variáveis apresentadas, exceto para a variável espessura da polpa. Com relação ao peso de frutos total, verificou-se que o manejo  $M_3$  na proporção NK 160% proporcionou o maior rendimento (636 g planta<sup>-1</sup>), quando comparado com os demais manejos. Para o manejo  $M_2$  observou-se os maiores valores estimados de PFT na proporção de NK 143%, com 625 g planta<sup>-1</sup>. Com relação a produção de frutos comerciais observou-se que os maiores percentuais encontrados no trabalho foram sempre advindos dos manejos  $M_2$  e  $M_3$ , onde os percentuais (76,4; 66,7; 77,9; e 80,9%) foram verificados nas seguintes proporções de NK/manejos: 50%/ $M_3$ , 100%/ $M_2$ , 150%/ $M_3$  e 200%/ $M_2$ , respectivamente. Foi observado que os menores níveis de condutância estomática ocorreram na leitura das 16 h, para ambos os manejos e proporções de NK. Pode-se concluir que o tipo de manejo de fertirrigação empregado no cultivo do pimentão, em condições de ambiente protegido, promoveram interferência sob os aspectos de produção da cultura; e que o manejo da fertirrigação através do controle dos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$ , foi mais eficiente na produção do pimentão, em ambiente protegido, quando comparado com o fertirrigação com base no controle da CE e através da marcha de absorção da cultura.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., proporção de NK, produtividade, ambiente protegido.

NUNES JÚNIOR, Edivan Silva. **Production and physiological aspects of sweet pepper subjected to nitrogened and potassic fertigation managements.** 2013. 113f. Doctoral Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechnology) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2013.

### ABSTRACT

The sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) has excelled as one of the most consumed cultures in Brazil, in view of the increase production in recent years, especially in protected environment, compared to other cultures. It is a tropical plant and requires high temperatures; it is very demanding with regard to chemical and physical characteristics of soil, responding very well to mineral manuring, and excellent productivity can be obtained when nutrients are offered to plants at ideal quantity, and at appropriate time. The objective of this work was to evaluate the effect of three fertigation managements, associated to proportions of NK on the production of sweet pepper culture, cultivated in protected environment. The experiment was conducted in greenhouse from Technological and Environmental Sciences Department, located at the West Campus of Universidade Federal Rural do Semiárido, in the town of Mossoró-RN. The experimental lineation was utilized in casual blocks in factorial arrangement with four repetitions. The treatments resulted from the combination of three fertigation managements ( $M_1$ = the handled fertigation by absorption of the sweet pepper culture;  $M_2$ = the monitored fertigation by controlling the electrical conductivity of the soil solution;  $M_3$ = the controlled fertigation by concentration of ions Nitrate and Potassium in the soil solution), and five proportions of application of Nitrogen and Potassium (NK) (0%, 50%, 100%, 150% and 200%), totaling 60 experimental units. The variety studied of sweet pepper was *All Big*. There was a significant effect from interaction between Management x Proportion NK for the variables: total number of fruits, total weight of fruit, fruit length and pulp thickness, except for the fruit diameter variable. Similar result was observed for the single factor NK; for the single factor management was found that there was no significant effect on the presented variables, except for the pulp thickness variable. Relative to the total weight of fruits, it was observed that management  $M_3$  in the proportion NK 160% promoted the highest yield ( $636 \text{ g plant}^{-1}$ ) when compared with other managements. For management  $M_2$ , it was observed the largest estimated values of PTF in proportion of NK143%, with  $625 \text{ g plant}^{-1}$ . Relative to commercial fruit yield, it was observed that the highest percentages found in the work were always coming from managements  $M_2$  and  $M_3$ , where percentages (76,4; 66,7; 77,9; and 80,9%) were verified in the following proportions of NK / managements: 50% / $M_3$ , 100%/ $M_2$ , 150%/ $M_3$  and 200%/  $M_2$ , respectively. It was observed that the lowest levels of stomatal conductance occurred in reading from 16h for both managements and proportions of NK. It can be concluded that the type of management utilized on sweet pepper cultivation in protected environment, promoted interference under the aspects of the culture production; and that the fertigation management through controlling of ions  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{K}^+$ , was more efficient on sweet pepper production, in protected environment, when compared with fertigation based on controlling of CE and by the culture absorption.

Keywords: *Capsicum annuum* L., proportion of NK, productivity, protected environment.

## 1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) vem se destacando como uma das culturas mais consumidas no Brasil, tendo em vista o aumento da produção, principalmente em ambiente protegido, comparado a outras culturas. É uma planta de clima tropical e necessita de temperaturas elevadas, bastante exigente no que diz respeito às características químicas e físicas do solo, respondendo muito bem à adubação mineral; e excelentes produtividades podem ser obtidas quando os nutrientes são ofertados as plantas na quantidade ideal e no momento adequado (ALBUQUERQUE, et al., 2011; ARAÚJO, 2012).

Dentre as tecnologias empregadas no cultivo protegido está a fertirrigação, ou seja, a aplicação de fertilizantes por meio da água de irrigação (VILLAS BOAS et al., 2000). A irrigação e a adubação são consideradas os mais importantes fatores que influenciam a produtividade, e, quando aplicadas juntas, permitem controlar o desenvolvimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos apresentando um efeito sinérgico em comparação ao uso das duas técnicas usadas individualmente (BAR-YOSEF, 1999).

O uso fertirrigação otimiza a disponibilidade e substancialmente melhora a absorção de N, P e K, proporcionando maior produtividade e melhor qualidade dos frutos colhidos. Além de reduzir as flutuações de salinidade da solução do solo, devido ao uso dos fertilizantes, melhorando as condições da solução do solo para as culturas particularmente sensíveis ao sal (PAPADOPOULOS, 1999).

Dentre os fatores de produção em hortaliças, a nutrição mineral é essencial para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos colhidos, além de exercer importantes funções no metabolismo vegetal, influenciando o crescimento e a produção das plantas (MARCUSSE et al., 2004).

A reposição de nutrientes é essencial para o desenvolvimento adequado da planta e obtenção de produtividade satisfatória, na quantidade ideal e no momento oportuno (NANETTI; SOUSA; FAQUIN., 2000). O conhecimento de práticas agrícolas, como adubação e seu efeito na nutrição mineral e na produção do pimentão, é oportuno para que os produtores utilizem, racional e economicamente, os fertilizantes.

De acordo com Medeiros (2010), o método de medição da condutividade elétrica a partir da solução do solo, obtida utilizando extrator de cápsula porosa é bastante eficiente, devido a sua facilidade, versatilidade e praticidade, podendo ser facilmente utilizado a nível de campo, ajudando a prevenir possíveis processos de salinização ou manutenção de um nível ótimo de salinidade.

Estudos recentes mostram que a prática de cultivo em ambiente protegido, associada ao manejo criterioso da irrigação, contribui com o aumento na produtividade de diversas hortaliças bem como na melhoria da qualidade do produto (DERMITAS; AYAS, 2009; ZENG et al., 2009; BILIBIO et al., 2010).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de três manejos de fertirrigação, associado a proporções de NK sobre a produção e aspectos fisiológicos da cultura do pimentão cultivado em ambiente protegido.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1. Características de produção

O resumo da análise de variância mostrou que ocorreu efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade na interação dos fatores Manejo x Proporção NK para o número total de frutos (NFRUT), peso de frutos total (PFT), comprimento do fruto (CF) e espessura da polpa (EP), não afetando o diâmetro do fruto (DF) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de F para número total de frutos (NFRUT), peso fruto total (PFT), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura polpa (EP) de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012.

Fonte de variação	-----Valores de F-----				
	NFRUT (frutos planta <sup>-1</sup> )	PFT (g planta <sup>-1</sup> )	CF (mm)	DF (mm)	EP (mm)
Bloco	2,93	0,32	3,21	1,4	6,38
Manejo (M)	1,55 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	5,52**
Proporção NK (P)	50,61**	24,97**	0,23**	1,99 <sup>ns</sup>	0,56**
M x P	2,34*	5,94**	0,46**	1,03 <sup>ns</sup>	0,82**
CV (%)	13,74	16,73	10,65	7,83	7,45

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.

Analisando os valores médios das variáveis de produção constatou-se que o número total de frutos (NFRUT) apresentou diferença estatística entre os manejos apenas nas proporções de NK 50% e 100%. Para o peso de fruto total (PFT) observou-se as mesmas proporções da variável NFRUT, acrescida da proporção de NK 150%. Para o comprimento do fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF) não foi observado diferença estatística entre os manejos em nenhuma proporção de NK utilizado (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios para número total de frutos por planta (NFRUT), peso fruto total por planta (PFT), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura polpa (EP), de plantas de pimentão submetidas a manejos de fertirrigação e proporção de NK. Mossoró-RN, 2012.

Proporção de NK (%)	Manejos	NFRUT	PFT	CF	DF	EP
		(frutos planta <sup>-1</sup> )	(g planta <sup>-1</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)
0	M1	7,62a*	287,27a	55,84a	44,73a	3,22a
	M2	7,62a	287,27a	55,84a	44,73a	3,22a
	M3	7,62a	287,27a	55,84a	44,73a	3,22a
50	M1	14,12ab	674,64a	58,03a	48,32a	3,21ab
	M2	16,00a	485,45b	58,28a	44,41a	3,14b
	M3	11,50b	423,42b	56,96a	48,64a	3,58a
100	M1	16,37b	404,92b	55,13a	43,53a	3,13a
	M2	20,25a	640,77a	55,33a	42,18a	3,20a
	M3	17,37ab	578,41a	56,48a	45,06a	3,44a
150	M1	16,25a	473,24b	53,03a	45,82a	3,23a
	M2	15,00a	562,14ab	57,74a	47,39a	3,31a
	M3	16,75a	681,27a	57,98a	46,80a	3,53a

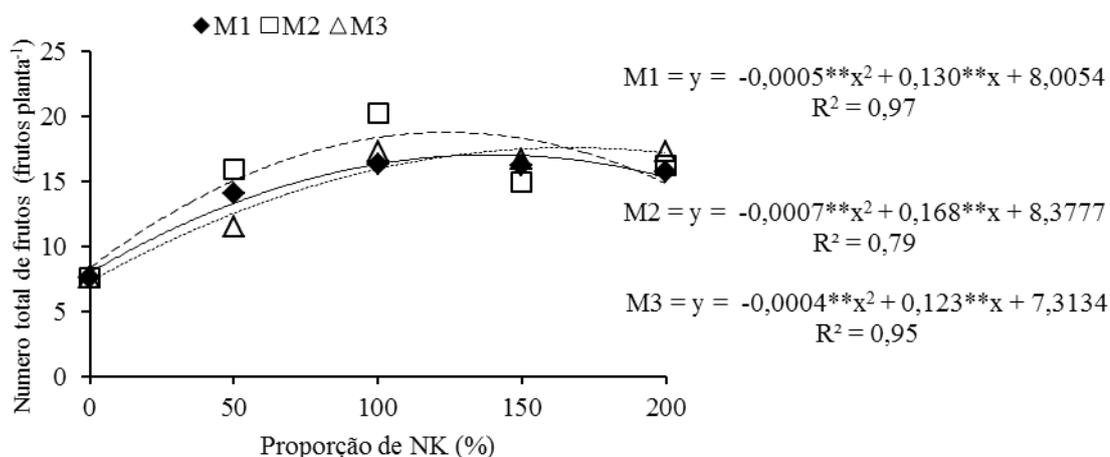
200	M1	15,75a	535,03a	52,26a	41,67a	3,08a
	M2	16,25a	593,63a	60,39a	46,45a	3,36a
	M3	17,37a	592,51a	55,50a	47,16a	3,34a
Média	M1	14,02a	475,02a	54,86a	44,82a	3,17b
	M2	15,02a	513,85a	57,52a	45,03a	3,25b
	M3	14,12a	512,58a	56,56a	46,48a	3,42a

\* Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, entre manejos em cada proporção de NK, estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. M<sub>1</sub> – Fertirrigação a partir da marcha de absorção da cultura; M<sub>2</sub> – Fertirrigação a partir do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo; M<sub>3</sub> – Fertirrigação a partir do monitoramento da concentração de íons N e K na solução do solo.

### 2.1.1. Número total de frutos por planta

Para o número total de frutos por planta (NFRUT) observou-se que os manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> ajustaram-se ao modelo quadrático, o manejo M<sub>2</sub> na proporção de NK 120% proporcionou a maior quantidade de frutos produzidos (19 frutos planta<sup>-1</sup>), quando comparado com os demais manejos. Para os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>3</sub> observou-se os maiores valores estimados de NFRUT nas proporções de NK 130% e 154%, respectivamente, com 17 frutos planta<sup>-1</sup>, em ambos os manejos (Figura 1).

Verificou-se ao final do ciclo, e ao longo de seis colheitas, que o pimentão produziu entre 12 e 19 frutos planta<sup>-1</sup>, próximo dos resultados encontrados por Medeiros (1998), 14 a 20 frutos planta<sup>-1</sup> e abaixo dos resultados relatados por Silva (2002), 28 frutos planta<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Número total de frutos de pimentão cultivados sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

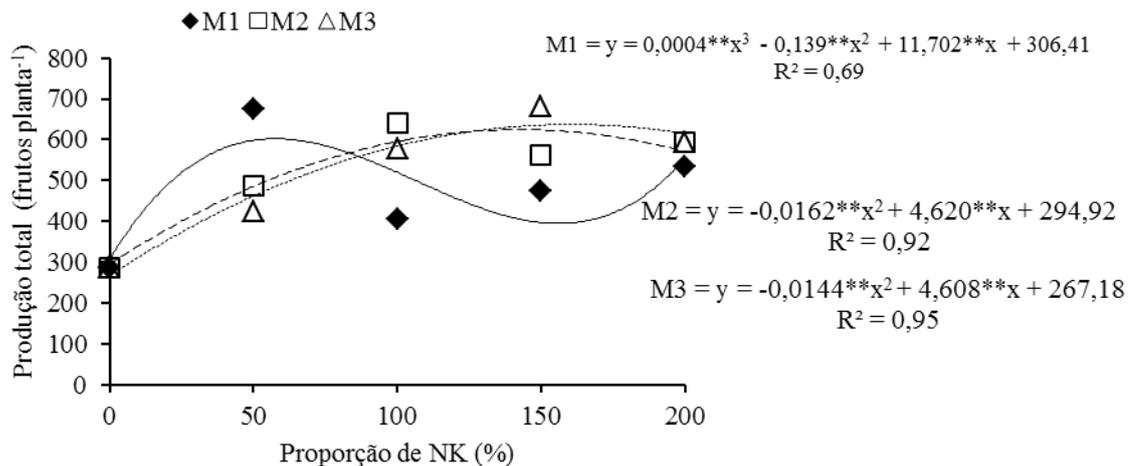
Os resultados encontrados podem estar relacionados com a eficiência da aplicação do nitrogênio associado ao potássio, bem como com a forma de aplicação pelo sistema de fertirrigação, onde os nutrientes são fornecidos em doses e tempo apropriado para o específico estágio de desenvolvimento das plantas (FILGUEIRA, 2000), melhorando o suprimento de aminoácidos, e outras substâncias orgânicas, proporcionadas pela maior eficiência fotossintética (MALAVOLTA et al., 1997).

Silva Júnior et al. (2010) observaram diferença significativa entre os manejos de fertirrigação através da marcha de absorção e controle da condutividade elétrica, obtendo o maior número de frutos de melão a partir do manejo tradicional da fertirrigação.

Marcussi e Villas Boas (2003), avaliando a eficiência de aproveitamento de N e K pelo pimentão, sob fertirrigação, obtiveram uma média de 13 frutos planta<sup>-1</sup> em cultivo protegido. Em cultivo de campo aberto, nas condições do Brejo Paraibano, Souza (1992) obteve média de 9,9 frutos planta<sup>-1</sup>, Oliveira (1997) de 6,25, Barbosa (2001) de 5,07, Leite Júnior (2001) de 7,50 e Paes (2003) de 9,0 frutos planta<sup>-1</sup>.

### 2.1.2. Produção total (PFT)

Com relação a produção total de frutos por planta (PFT), verificou-se que os manejos  $M_2$  e  $M_3$  ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão polinomial, e que o manejo  $M_1$  ajustou-se ao modelo cúbico de regressão polinomial, no entanto, observou-se que o manejo  $M_3$ , na proporção de NK 160% proporcionou o maior rendimento ( $636 \text{ g planta}^{-1}$ ), quando comparado com os demais manejos. Para o manejo  $M_2$  observou-se os maiores valores estimados de PFT na proporção de NK 143%, com  $625 \text{ g planta}^{-1}$  (Figura 2).



**Figura 2.** Produção total de frutos (frutos planta<sup>-1</sup>) de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Foi possível constatar no estudo que as respostas mais significativas para a produção total de frutos foram observadas nas fertirrigações através do controle da CE ( $M_2$ ) e do manejo dos íons nitrato e potássio ( $M_3$ ). No entanto Silva (2002), trabalhando com a cultura do pimentão, enfatizou em sua pesquisa que a massa média dos frutos de pimentão, quando fertirrigado sob manejo tradicional, superou o manejo da fertirrigação através do controle dos íons em 6,7% e 11%, aos 78 e 114 DAT, respectivamente.

Corroborando os resultados encontrados no presente estudo, Campos et al. (2008), relatam que as médias para a produção de frutos por planta de pimentão quando submetidos a doses crescentes de N se ajustaram a modelos quadráticos de regressão polinomial, sendo a produção máxima de 2640 g de frutos por planta alcançada na dose de 221 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Diversos autores relatam influência da fertirrigação nitrogenada e potássica na produção do pimentão. Nesse sentido, Oliveira et al. (1999) verificaram elevação na produção de frutos planta<sup>-1</sup> no pimentão, em função do fornecimento de nitrogênio via fertirrigação e Carvalho et al. (2001) através do fornecimento de nitrogênio de forma convencional em solos com baixo teor de matéria orgânica e potássio. Moreno et al. (1996) obtiveram elevação na produção de frutos planta<sup>-1</sup>, em função do fornecimento de potássio, enquanto Silva et al. (1999), em função do fornecimento de nitrogênio e potássio.

Segundo Araújo (2012) a produtividade do pimentão sob condições favoráveis de clima e solo situa-se em torno de 35,0 a 40,0 t ha<sup>-1</sup>, no presente estudo foi possível observar que a produtividade média ficou em torno de 11,0 ton ha<sup>-1</sup>, bem abaixo do citado na literatura.

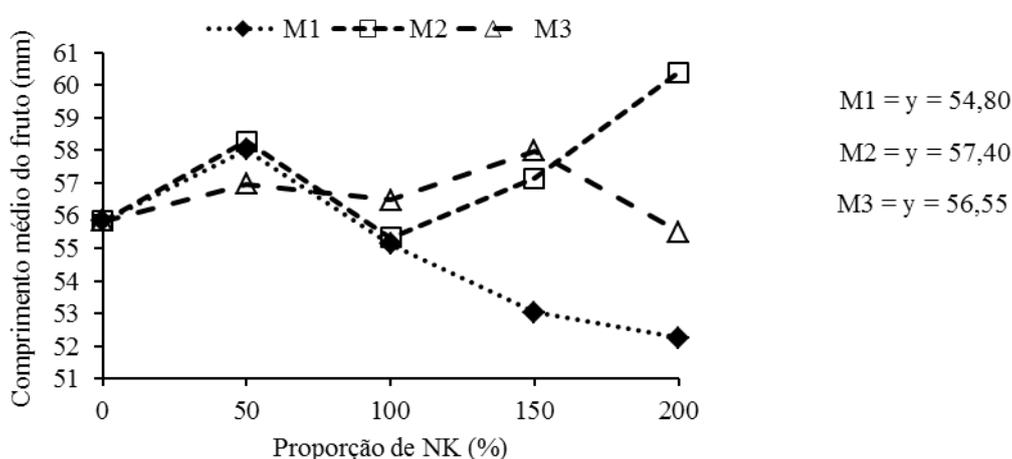
A redução da produção de frutos, conseqüentemente, redução de produtividade da cultura do pimentão, possivelmente possa estar relacionado com o efeito tóxico do amônio e da baixa nitrificação, reduzindo a absorção de outros cátions (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) de tal forma que a absorção destes seria reduzida pela planta (CARNICELLI et al., 2000).

Outro fator que provavelmente possa ter influenciado foi a alta temperatura observada durante o experimento, onde segundo (Lorentz, 2004) na fase de floração e frutificação a temperatura do solo deve estar entre 21 e 27 °C pois favorecem a boa formação dos frutos, acima de 30 °C pode ocorrer abortamento de flores.

Resultado de produtividade superior foi encontrado por Oliveira (2012), que observou produção média de 1,5 kg planta<sup>-1</sup>, quando as plantas de pimentão foram fertirrigadas através do controle da condutividade elétrica e pelo monitoramento dos íons nitrato e potássio.

### 2.1.3. Comprimento médio do fruto

Com relação ao comprimento médio dos frutos (CF), os manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub> não foram influenciados por nenhuma proporção de NK, foram obtidos valores médios de 54,80; 57,40 e 56,55 mm, respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Comprimento médio do fruto de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Trabalhando com a cultura do pimentão, submetida a doses crescentes de nitrogênio nas condições do Brejo Paraibano, Araújo (2005) relata que a variável comprimento dos frutos não foi influenciado pelas doses de nitrogênio aplicadas. Enquanto Sing e Srivastava (1988), Singh et al. (1988) e Goyal et al. (1989) relatam o efeito positivo do nitrogênio não só para o comprimento como também para o diâmetro do fruto.

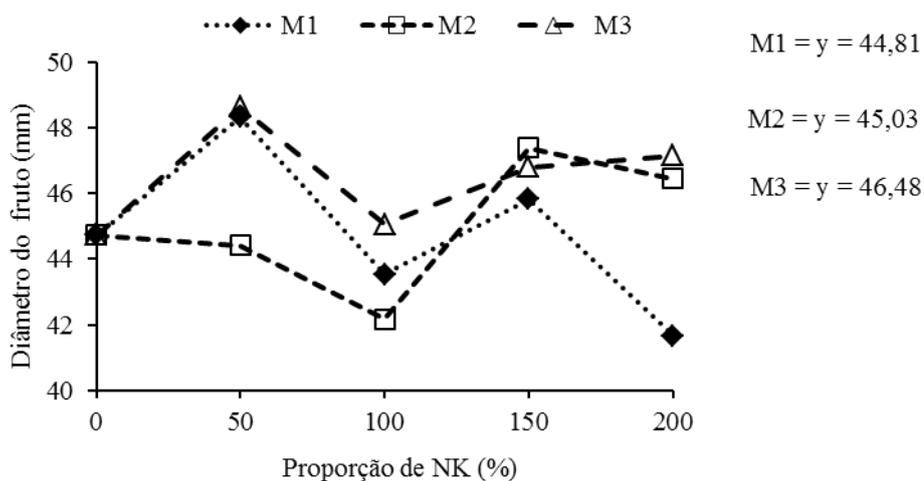
Marcussi e Villas Boas (2003) sugerem que esses parâmetros qualitativos não sejam bons indicadores das diferenças de nutrientes aplicados em pimentão, visto que os frutos são

os principais drenos da planta, indicando que os mesmos não podem ser considerados um adequado indicativo do estado nutricional da planta.

Resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo foram observados por Cavalcante (2008) e Cantuário (2012), que trabalhando com diferentes lâminas de irrigação, adubação e estresse hídrico na produção do pimentão, não encontraram diferenças no comprimento dos frutos e número de frutos por planta.

#### 2.1.4. Diâmetro do fruto

Com relação ao diâmetro do fruto (DF), não foi possível ajustar nenhuma das equações de regressão (linear ou quadrática) para os manejos M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, não havendo efeito de nenhuma proporção de NK, obtendo-se valores médios de diâmetro do fruto de 44,81; 45,03 e 46,48 mm, respectivamente (Figura 4).



**Figura 4.** Diâmetro do fruto de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

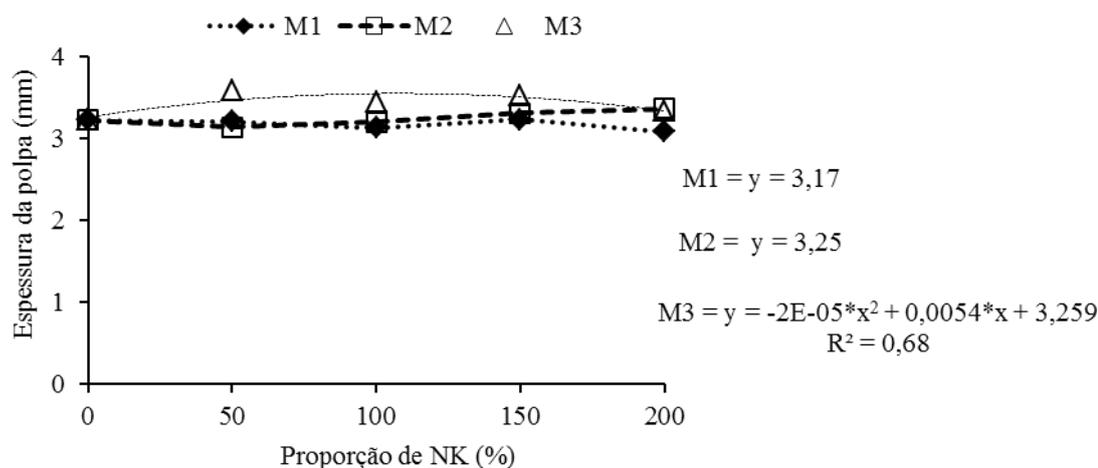
Medeiros (1998), em um total de nove colheitas realizadas relata que ocorreu efeito significativo dos níveis de sais, sobre o diâmetro de frutos de pimentão, na primeira e quinta colheita.

Estudando a produtividade do pimentão, sob ambiente protegido, em função do potencial mátrico do solo, Frizzone et al. (2001) observaram diâmetros variando de 5,2 a 8,5 cm para potenciais mátricos de - 65 kPa a -15 kPa, respectivamente.

Paes (2003), trabalhando com doses de NPK, relata que houve influência significativa dos tratamentos sob o diâmetro dos frutos de pimentão.

### **2.1.5. Espessura da polpa**

Para espessura da polpa (EP), observou-se que para os manejos  $M_1$  e  $M_2$  não ocorreu efeito das proporções de NK, obtendo-se valores médios de 3,17 e 3,25 mm, respectivamente. O manejo  $M_3$  ajustou-se ao modelo quadrático. Seguindo a tendência das demais variáveis de produção, verificou-se que o manejo  $M_3$  proporcionou respostas significativas, onde na proporção de NK 135%, possibilitou uma estimativa de EP de 3,6 mm fruto<sup>-1</sup>, observou-se que no manejo  $M_1$  as proporções de NK utilizados promoveram decréscimo com relação a variável EP, já no manejo  $M_2$  foi percebido um incremento de 6% entre a menor (0%) e maior (200%) proporções de NK (Figura 5).



**Figura 5.** Espessura da polpa de pimentão cultivado sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Vários autores citam resultados ligeiramente superiores aos encontrados no estudo, como, por exemplo, Frizzone et al. (2005); Tei (1990); Siviero e Bernardoni (1990) onde encontraram 5,3, 6,2 e 6,0 mm, respectivamente, de espessura da polpa dos frutos.

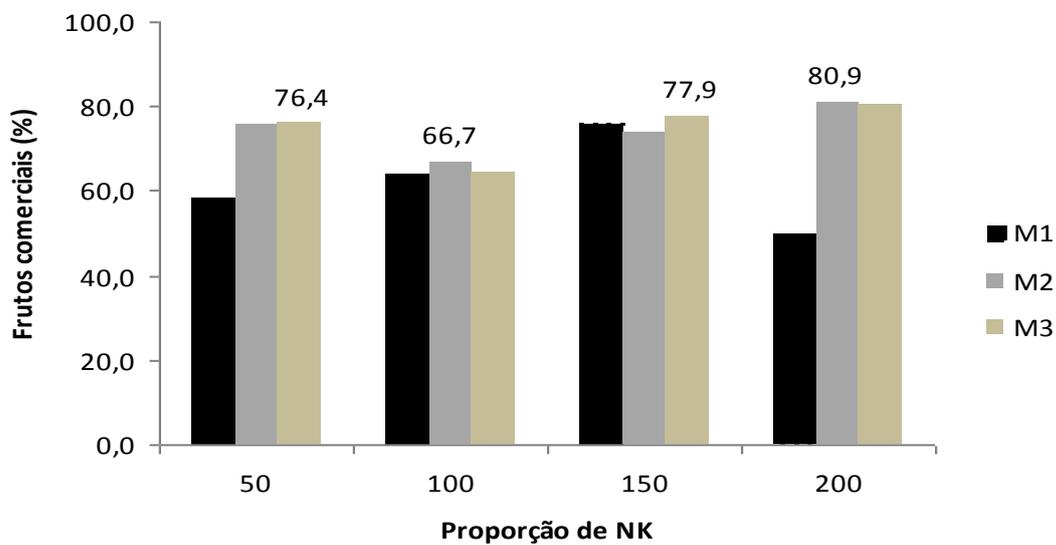
Charlo et al. (2009) observaram que, para espessura de polpa de frutos de pimentão, não houve diferença significativa entre os tratamentos, encontrando valores médios de 6,01 mm. Frizzone et al. (2005), em seus estudos com a cultura do pimentão do subgrupo amarelo, verificaram médias inferiores de espessura de polpa, variando de 2,5 a 5,6 mm.

Albuquerque et al. (2010), trabalhando com lâminas de irrigação e doses de potássio em um cultivo de pimentão fertirrigado na região metropolitana do Recife-PE, verificou que não ocorreu influência significativa da interação, nem do fator isolado sobre a variável espessura da polpa.

É importante ressaltar que frutos que apresentam polpa mais espessa, são mais resistentes ao transporte, têm maior duração pós-colheita e maior rendimento em massa, além de sua maior preferência pelo mercado.

### 2.1.6. Percentagem de frutos comerciais

Com relação a percentagem de frutos comerciais observou-se que os maiores valores foram sempre advindos dos manejos M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, onde os percentuais (76,4%; 66,7%; 77,9%; e 80,9%) foram verificados nas seguintes proporções de NK e manejos: 50%(M<sub>3</sub>), 100%(M<sub>2</sub>), 150%(M<sub>3</sub>) e 200%(M<sub>2</sub>), respectivamente (Figura 6).



**Figura 6.** Percentagem de frutos comerciais de pimentão acumulado nas seis colheitas, produzido sob ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

Foi possível observar que o manejo M<sub>1</sub> apresentou os menores percentuais, exceto na proporção NK 150%, e ainda assim que o manejo M<sub>3</sub> foi superior aos demais, exceto na proporção NK 100%.

Araújo (2005), encontrou aproximadamente 12,8 frutos comercial por planta, observada na dose máxima de nitrogênio, enquanto que na testemunha esses valores foram de 5,2 frutos planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Marcussi e Villas Boas (2003) avaliando a eficiência de

aproveitamento de N e K pelo pimentão, sob fertirrigação, obtiveram uma média de 13 frutos planta<sup>-1</sup> em cultivo protegido.

Oliveira (2012), analisando a classificação dos frutos quanto a qualidade comercial, verificou que em todos os tratamentos houve maior predominância de frutos comerciais, com percentual médio em todos os níveis de adubação na ordem de 85%.

## **2.2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS**

### **2.2.1. Condutância estomática**

A condutância estomática (gs) variou ao longo do dia para todos os tratamentos, e maiores valores foram observados nas leituras realizadas com temperaturas mais amenas (6:00 e 8:00 horas), independente do manejo da fertirrigação adotado. Constataram-se maiores valores 323 e 321 mmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, para os manejos M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub> nas proporções de NK 200 e 150%, respectivamente. Nas horas mais quentes do dia (12:00 e 14:00 horas), de maneira geral, foram verificados os menores níveis de leitura, muito provavelmente pelo fato de que, se a planta perde água a uma taxa superior à sua capacidade de absorção e transporte, o potencial hídrico da folha diminui, ocorrendo fechamento dos estômatos e conseqüentemente redução da fotossíntese (Figura 7) (Oren et al., 1999).

Foi possível verificar que os menores níveis de Cs ocorreram, na maioria das vezes, nas leituras das 16:00 hs, para todos os manejos e proporções de NK, muito provavelmente porque a planta já havia perdido muita água e o horário da irrigação era sempre entre as 17 e 18:00 h de cada dia.

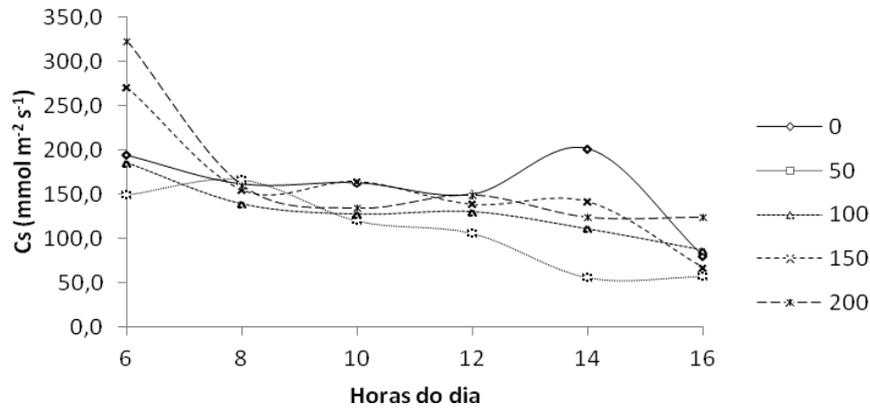
O potencial hídrico das folhas indica o seu estado energético, cujos gradientes explicam os fluxos da água no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000), sendo que o nível mínimo que o potencial hídrico pode atingir durante os horários de

transpiração intensa depende tanto de fatores genéticos como de fatores ambientais. Contudo, em situação de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática (SILVA et al., 2004).

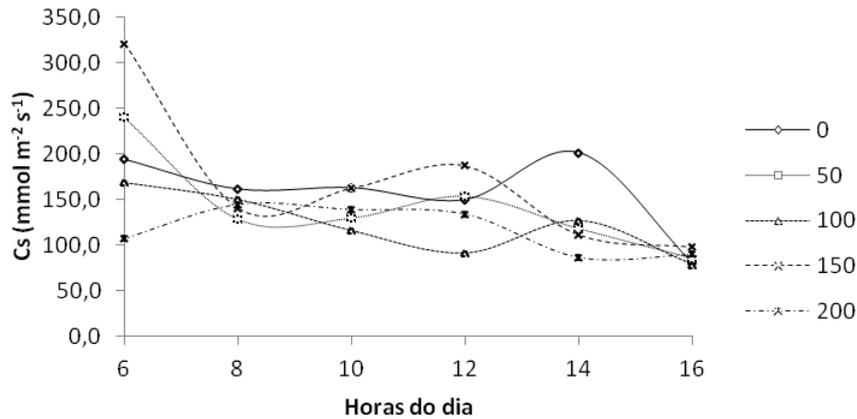
Em solos salinos, o potencial osmótico é reduzido, resultando em menor absorção de água pelas plantas em decorrência da redução do potencial total de água no solo. Em consequência do menor consumo de água, ao se adotar um turno de rega fixo espera-se uma variação menor na umidade do solo, a qual pode ser monitorada pela medição do potencial mátrico, uma vez que este potencial descreve a contribuição das forças de retenção da solução do solo, associadas as suas interfaces água-ambiente e solo-água (DIAS et al., 2005).

Resultados semelhantes ao presente estudo foram obtidos por Aktas; Abak; Cakmak (2009), para as plantas de pimentão submetidos ao estresse salino os quais constataram que, sob estresse hídrico, ocorreu alterações na condutância estomática, inibição no crescimento, distúrbios na permeabilidade das membranas celulares, fotossíntese e balanço iônico.

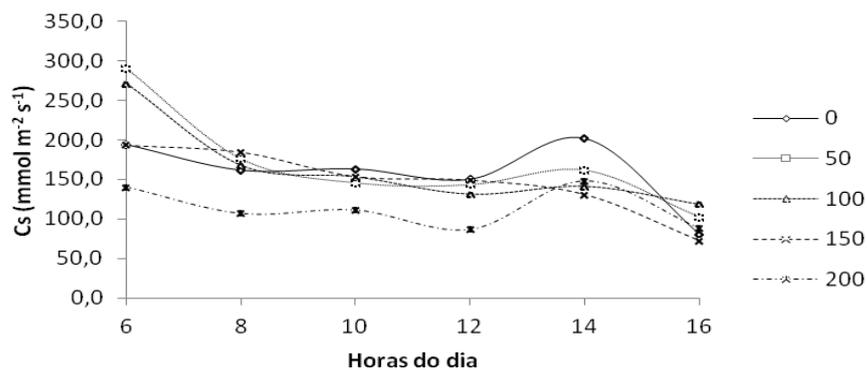
## MANEJO 1



## MANEJO 2



## MANEJO 3



**Figura 7.** Condutância estomática de plantas de pimentão cultivado em ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

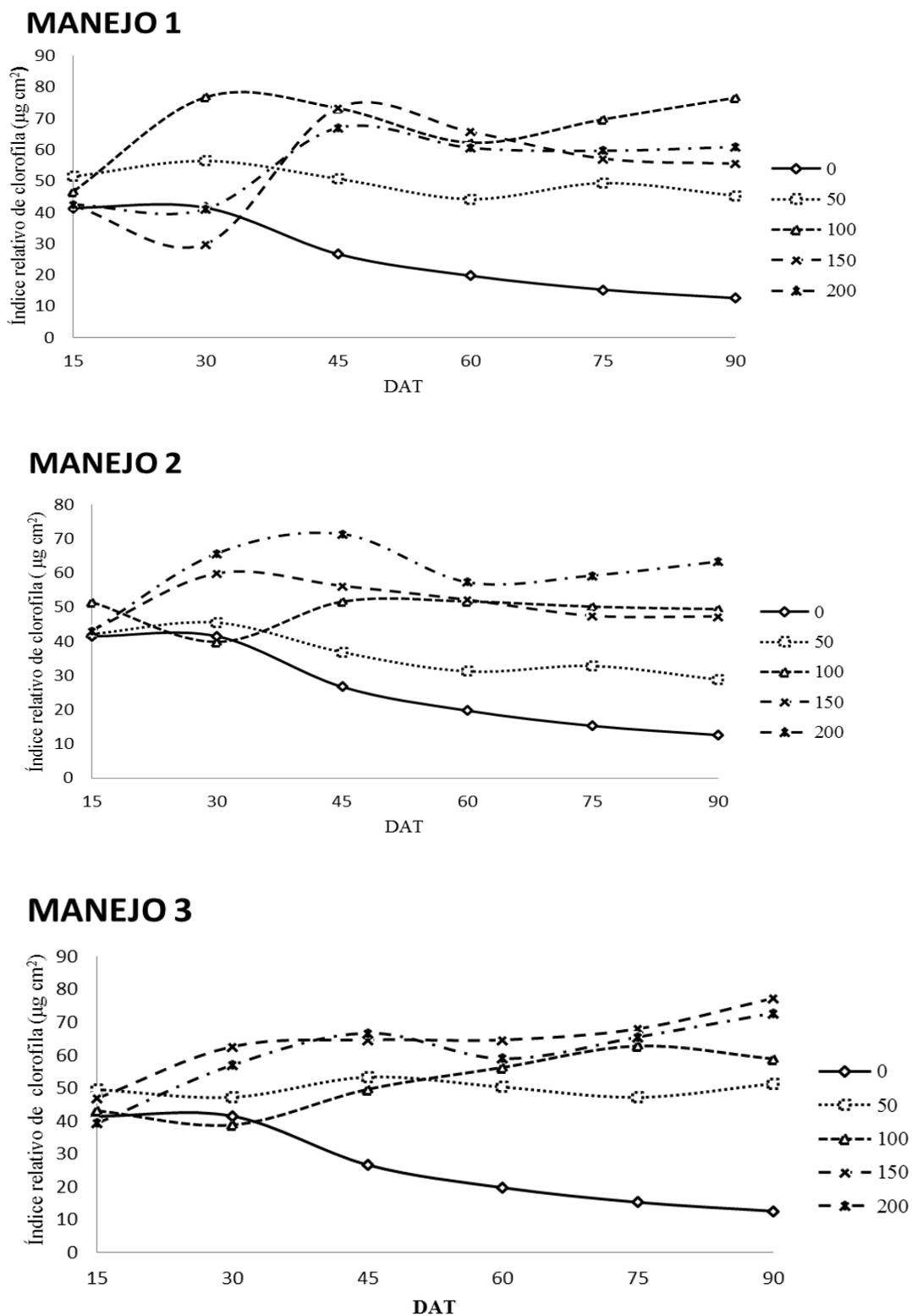
### 2.2.2. Índice relativo de clorofila

Avaliando, simultaneamente, o comportamento do índice relativo de clorofila (IRC) para os manejos de fertirrigação  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ , ao longo do ciclo da cultura do pimentão, observou-se que as proporções de NK 0 e 50%, a partir dos 45 DAT, apresentaram tendências semelhantes ao longo do experimento (Figura 8), sendo observado sempre as menores IRC, conseqüentemente os menores níveis de nitrogênio. Após os 45 DAT, momento ao qual as plantas provavelmente iniciaram o ciclo de produção de frutos, é possível constatar que as maiores proporções de NK (150% e 200%) apresentaram as maiores IRC, também para os três manejos de fertirrigação. Tal condição ocorreu devido as proporções mais elevadas apresentarem níveis de nitrogênio também mais elevado, outra característica das plantas fertirrigadas com proporções mais elevadas de NK era a coloração, onde, nesse caso, o verde escuro foi predominantemente perceptível.

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura de luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH. Assim, as clorofilas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes (JESUS; MARENCO, 2008).

O índice relativo de clorofila (IRC), medido pelo clorofilômetro, pode ser um indicativo da aplicação do N. No entanto, além do teor de N da planta, outros fatores podem afetar o IRC, como as condições edafoclimáticas e o cultivar utilizado.

Uma das maneiras de melhorar a eficiência da adubação nitrogenada é sincronizar a disponibilidade de nitrogênio no solo com a necessidade da planta, o que pode ser conseguido com a utilização da medida indireta de clorofila. O medidor portátil tem sido usado, para várias culturas, como uma ferramenta auxiliar da indicação da necessidade ou não de adubação nitrogenada; porém, ainda são escassos os trabalhos envolvendo a cultura do pimentão.



**Figura 8.** Índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de pimentão cultivado em ambiente protegido em função de manejos de fertirrigação e proporções de NK. UFERSA, Mossoró-RN/2012.

### 3. CONCLUSÕES

Os manejos  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$  da fertirrigação empregado no cultivo do pimentão, nas condições de ambiente protegido, promovem interferência sob os aspectos de produção da cultura;

O manejo da fertirrigação através do controle dos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{K}^+$ , é mais eficiente na produção do pimentão, em ambiente protegido, quando comparado com o fertirrigação com base no controle da CE e através da marcha de absorção da cultura;

A fertirrigação com base na marcha de absorção da cultura promoveu, de modo geral, as menores produções de fruto total e comercial do pimentão;

As proporções 150% e 200% de NK, utilizando a fertirrigação com base no monitoramento dos íons nitrato e potássio, proporcionaram as melhores respostas para a produção do pimentão.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK, I. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. **Scientiae Horticulturae**, Amsterdam, v.110, n.3, p.260-266, 2009.

ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; NUNES, M. F. F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.7, p. 686-694, 2011.

ALMEIDA, J. P. N.; NUNES, R. L. C.; DIAS, N. D.; COSTA, J. M. Crescimento do pimentão submetido a diferentes níveis de salinidade e fases de exposição. **In: INOVAGRI**, Fortaleza-CE, 28 a 31 de maio, 2012.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.28-32, 1997.

ARAÚJO, V. M. **O pimentão é uma das dez hortaliças mais importantes do mercado e é plantado e consumido em todo o país.** Disponível em <http://www.industriarural.com.br/agroindustria/como-plantar-pimentao/>. Acesso em 11/04/2012.

BAR-YOUSEF, B.; STAMMERS, C.; SAGIV, B. Growth of trickle irrigated tomato as related to rooting volume and uptake of N and water. **Agronomy Journal**, v.72, p.815-822, 1980.

BAR-YOUSEF, B. Advances in fertigation. In: SPARKS, D .L. ed. **Advances in agronomy**. New York: Academic Press, 1999. P. 1-77.

BARBOSA, J. K. A. **Efeito da adubação orgânica com esterco bovino e suíno na cultura do pimentão (*Capsicum Annuum L.*)**. 2001, 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; MENDEZ, M. E. G.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n.1, p. 180-184, 2007.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.8, p. 1531-1540, 2000.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; MARTINS, M. A.; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, p.730–735, 2010.

BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health?. **Phytochemistry**, v. 54, n. 3, p. 233-236, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Legislação aplicada à agricultura**: classificação de produtos vegetais. Artigo 3º: Classificação do pimentão. Disponível em: <[http://agridata.mg.gov.br/legislacao/classificacao\\_cer.../laiclassprodvegetalpimentao.nt](http://agridata.mg.gov.br/legislacao/classificacao_cer.../laiclassprodvegetalpimentao.nt)>. Acesso em: 03 mar. 2011.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, Natal, v. 2, ano 25, p. 10-20, 2009.

CAMPOS, V. B.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PRAZERES, S. S. Rendimento do pimentão submetido ao nitrogênio aplicado via água de irrigação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 2, p. 72-79, 2008.

CANTUÁRIO, F. S. **Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido**. 2012. 107f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2012.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).

CARNICELLI, J. H.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R.; CAMARGO, M. I. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, Suplemento, p. 808-810, 2000.

CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J.; QUEIROZ, T. M.; LEDO, C. A. S.; NANNETTI, D. C. Resposta do pimentão a diferentes níveis de déficit hídrico e de adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 174-175, 2001.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E. A. R. F.; SÁ, M. F.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 445-450, 2003.

CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J.; PEREIRA, G. M.; PEREIRA, J. R. D.; QUEIROZ, T. M.. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, p.320-327, 2004.

CARRIJO, A. O.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. C. **Cultivo sem solo** – hidroponia. FUNEP: Jaboticabal, 1994. 43p.

CAVALCANTE, R. R. R. **Diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio na produção de pimentão**. 2008. 48f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE I. H. L. Uso da água salina na agricultura. In: Cavalcante, L.F.; Lima, E.M. (Eds). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.1-11.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p. 155-159. 2009.

COELHO, A. M. Fertigação. In: COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Eds.). **Quimigação**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 201-208.

CRESPO-RUIZ, M.; GOYAL, M. R.; BAEZ, C. C.; RIVERA, L. E. Nutrient uptake and growth characteristics of nitrogen fertigated sweet peppers under drip irrigation and plastic mulch. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**. Porto Rico, v. 72, n. 4, p. 575-585. 1988.

DERMITAS, C.; AYAS, S. Deficit irrigation effects on pepper (*Capsicum annuum* L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. **Journal of Food, Agricultural and Environment**, v.7, p.989-1003, 2009.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; HANS, R. G.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 496-504, 2005.

DUARTE, A. S. **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annumm* L.)**. Piracicaba, 2006. 188p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

EKLUND, C. R. B.; CAETANO, L. C. S.; SHIMOYA, A.; FERREIRA, J. M.; GOMES, J. M. R. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.4, p. 1015-1017, 2005.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e Perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 406 p.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C.; VILELLA JÚNIOR, V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.143-149, 2008.

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

FARIA JUNIOR, M. J. A. **Avaliação de diferentes arquiteturas de estufas, coberturas do solo com filme plástico, em híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Jaboticabal: UNESP, 1997. 102 p. (Tese Doutorado).

FERNANDES, P. D. **Estudo de nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivares Avelar e Ikeda: absorção e deficiências de macronutrientes**. Piracicaba, 1971. 85p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Simposium**. Lavras, v.6, n.2, p. 36-41, 2008.

FIGUEIREDO, E. B.; MALHEIROS, E. B.; BRAZ, L. T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 22, n. 1, p. 66-71, 2004.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 ed., Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; GRAÇA, R. N. Acúmulo de nutrientes e métodos para estimar doses de nitrogênio e potássio na fertirrigação do pimentão. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.23, n.2, p. 275-280, 2005a.

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

FREITAS, K. K. C. **Produção, qualidade e acúmulo de macronutrientes em pimentão cultivado sob arranjos espaciais e espaçamentos na fileira**. 2009. 110f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2009.

FRISINA, V. A. **Modelagens das radiações global, difusa e fotossinteticamente ativa em ambiente protegido e suas relações com o crescimento e produtividade da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2002. 157p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R. Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annuum* L., cultivado em ambiente protegido, em função do potencial mátrico de água no solo. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.23, n.5, p. 1111-1116, 2001.

GOYAL, M. R.; CRESPO RUIZ, M.; RIVERA, L. E. Root distribution of nitrogen fertigated sweet peppers under drip irrigation. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Porto Rico, v.72, n.1, p.51-55, 1988.

GOYAL, M. R.; LUNA, R. G.; HERNÁNDEZ, E. R.; BAÉZ, C. C. Postharvest evaluation of nitrogen fertigated sweet peppers under drip irrigation and plastic mulch. of **Journal of Agriculture of University Puerto Rico**, Porto Rico, v. 73, n. 2, p. 109-115, 1989.

GUANG-CHENG, S.; YU, Z. Z.; NA, L.; SHUANG-EM, Y.; XENG-GANG, X. Comparative effects of deficit irrigation (DI) and partial root zone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.119, p.11-16, 2008.

HOCHMUTH, G. J.; SHULER, K. D.; MITCHELL, R. L.; GILREATH, P. R. Nitrogen crop nutrient requirement demonstrations for mulched pepper in Florida. **Soil and Crop Science Society of Florida Annual Proceeding**, Gainesville, v. 100, p. 205-209, 1987.

JADOSKI, S. O. **Alterações morfo-fisiológicas em plantas de pimentão sob deficiência hídrica**. 2002. 126p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38. N. 4, p. 815-818. 2008.

JOHNSON, C. D.; DECOUTEEAU, D. R. Nitrogen and potassium fertility affects jalapeno pepper plant growth, pod yield, and pungency. **Hortscience**, v.31, n.7, p. 1119-1123, 1996.

LANCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 2001. 531 p.

LEITE JÚNIOR, G. P. **Redução ou aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas ao pimentão via fertirrigação à adubação convencional**. 2001. 65 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS BÔAS, R. L.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.73-82, 2007.

LESKOVAR, D. I.; CANTLIFFE, D. J.; STOFFELLA, P. J. Pepper (*Capsicum annuum* L.) root growth and its relation to shoot growth in response to nitrogen. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n.6, p.711-716, 1989.

LEWIS, D. L.; SIMONS, A. P.; MOORE, W. B.; GATTIE, D. K. Treating soil solution samplers to prevent microbial removal of analytes. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.58, n.1, p.1-5, 1992.

LIMA, C. J. G. S. **Calibração e manejo de extratores providos de cápsulas porosas e transdutores de pressão para monitoramento de íons na fertirrigação.** 2009. 110p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

LIMA, E. M. C.; MATIOLLI, W.; THEBALDI, M. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.3, n.1, p.40-56, 2012.

LORENTZ, L. H.; LÚCIO, A. D. C; BOLIGNO, A. A.; LOPES, S. J.; STORCK, L. Variabilidade da produção de frutos de pimentão em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.316-323, 2005.

LORENTZ, L. H. **Variabilidade da produção de frutos de pimentão em estufa plástica relacionada com técnicas experimentais.** 2004. 82f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2004.

LORENTZ, L. H.; LÚCIO, A. D. C.; HELDWEIN, A. B.; SOUZA, M. F.; MELLO, R. M. **Estimativa da amostragem para pimentão em estufa plástica.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, n.2, 2002. Suplemento 2. CD Rom.

LÚCIO, A. D.; LORENTZ, L. H.; BOLIGNO, A. A.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; CARPE, S. R. H. Variação temporal da produção de pimentão influenciada pela posição e características morfológicas das plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 31-35, 2006.

LÚCIO, A. D.; MELLO, R. M.; STORCK, L.; CARPES, R. H.; BOLIGON, A. A.; ZANARDO, B. Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 766-770, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 251 p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. ed. London, Academic Press, 1995. 889 p.

MARCUSSI, F. F. N. Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em plantas de pimentão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.642-650, 2005.

MARCUSSI, F. F. N.; VILLAS BOAS, R. L. Uso da fertirrigação na eficiência de aproveitamento de N e K pelo pimentão sob condições de cultivo protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, 1., 2003, João Pessoa. **Anais...**João Pessoa: [s. n.], 2003. CD Rom.

MARCUSSI, F. F. N.; VILLAS BÔAS, R. L. Teores de macronutrientes no desenvolvimento da planta de pimentão sob fertirrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 120-131, 2003.

MARCUSSI, F. F. N.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de n e k pela planta. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 41-51, 2004.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação na cultura do pimentão**. 1ª Ed. Brasília: Embrapa, 2012, 20p. (Circular Técnica, 101).

MEDEIROS, J. F. **Manejo da água de irrigação em estufa cultivada com pimentão**. Piracicaba, 1998. 152 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1998.

MEDEIROS, P. R. F. **Manejo da fertirrigação em ambiente protegido visando o controle da salinidade para a cultura do tomate em solo franco-argiloso**. 2010. 86f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.

MELO, A. M. T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. Piracicaba, 1997. p.112. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1997.

MELLO, S. C.; PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C. Efeito de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 18, n. 3, p.200-2003, 2000.

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

MORENO, D. A.; PULGAR, G.; VILLORA, G.; ROMERO, L. Effect of N and K on fruit production and leaf levels of Fe, Zn, Cu and band their biochemical indicator in Capsicum plants. **Phyton**, Horn, v. 59, n. 1-2, p. 1-12, 1996.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

MCGUIRE, P. E.; LOWERY, B.; HELMKE, P. A. Potential sampling error-trace-metal adsorption on vacuum porous cup samplers. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.56, n.1, p.74-82, 1992.

NANETTI, D. C.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V. Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.843-845, 2000.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p 258-264. 2011.

OLIVEIRA, F. A. **Cultivo do pimentão em ambiente protegido utilizando diferentes manejos de fertirrigação**. 222 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo-Piracicaba, 2012.

OLIVEIRA, C. R. **Cultivo em ambiente protegido**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 31 p. (CATI Boletim Técnico, 232).

OLIVEIRA, L. M.; SILVA, M. I. A.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, R. F.; COSTA, J. A. Efeitos de diferentes dosagens de nitrogênio, via irrigação, no rendimento do pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 87-96, 1999.

OLSEN, J. K.; LYONS, D. J.; KELLY, M. M. Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. **Journal Plant Nutrition**, v.16, p. 2055-2071, 1993.

OREN, R.; SPERRY, J. S.; KATUL, G. G.; PATAKI, D. E.; EWERS, B. E.; PHILLIPS, N.; SCHAFER, K. V. R. Survey and synthesis of intra and interspecific variation in stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. **Plant, Cell and Environment**, v.22, n.12, p.1515-1526, 1999.

PÁDUA, J. G.; CASALI, V. W. D.; PINTO C. M. F. **Efeitos climáticos sobre o pimentão e pimento**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 10, 1984.

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

PATANÈ, C.; COSENTINO, S. L. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, p.131-138, 2010.

PAPADOPOULOS, I. Fertigation: Present situation and future prospects. In: FOLEGATTI, M. V. (coord.). **Fertirrigação: Citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. cap.1, p.85-154.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 800 p.

RAIJ, B. V. **Princípios de correção e de adubação para mudas e para produção comercial**. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1., 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. P. 75-84.

RIBEIRO, L. G.; LOPES, J. C.; MARTINS-FILHO, S.; RAMALHO, L. G. Adubação orgânica na produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 134-137, 2000.

RINCON, L.; SAEZ, J.; BALSALOBRE, E.; PELLICER, C. Crecimiento y absorcion de nutrientes del pimiento grueso en cultivo bajo invernadero. **Investigation Agraria: Produccion y Proteccion Vegetale**, v.10, n.1, p.47-49, 1995.

RODRIGUES, E. T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração de nutrientes em alface, em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.125-128, 1999.

RODRIGUES, D. S. **Lâminas de água e diferentes tipos de cobertura de solo na cultura do pimentão amarelo sob cultivo protegido**. 2001. 106p. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 6 ed. Guaíba: Agricultura, 1997. 342 p.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; FERNANDES, H. G.; BOARETTO, R. M.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B. Características químicas de um latossolo adubado com ureia e cloreto de potássio em ambiente protegido. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, p.561-566, 2001.

SILVA, T. S. M.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; VELLAME, L. M.; SANTANA, G. S. Condutividade elétrica da solução do solo em função da condutividade elétrica aparente e da umidade do solo sob aplicação de cloreto de potássio com uso da reflectometria no domínio do tempo. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.2, p. 174-183, 2005.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; NETO, A. D. A.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. *Iheringia* (Série Botânica), v.59, n.2, p. 201-205, 2004.

SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Piracicaba: ESALQ. 2002. 136p. Tese Doutorado.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; FONTES, R. R.; MORETTI, C. L. Fontes de nitrogênio de pimentão em ambiente protegido via gotejamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 822-823, 2000. Suplemento.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A. M. T.; FERNANDES, H. M. G.; SCIVITTARO, W. B. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1199-1207, 1999.

SILVA JÚNIOR, M. J.; DUARTE, S. N.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; DUTRA, I. Resposta do meloeiro à fertigação controlada através de íons da solução do solo: Parâmetros produtivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.723-729, 2010.

SINGH, K.; SRIVASTAVA, B. K. Effect of various levels of nitrogen and phosphorus on growth and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 45, p.319-324, 1988.

SINGH, V.; SHARMA, D. K.; BHAGWAN, B. V. K. Effect of level of nitrogen and time of its application on growth, yield and net-profit of chilli. **Progressive Horticulture**, v. 20, n. 1-2, p. 80-86, 1988.

SIVIERO, P.; BERNARDONI, C. Um tutto pepperone. **Informatore Agrario**, Verona, v. 46, n. 18, p. 73-82, 1990.

SOUZA, R. J.; NANNETTI, D. C. **A cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Lavras: UFLA, 1998. 49 p. (Boletim técnico).

SOUSA, V. F.; SANTOS, F. J. S.; ALMEIDA, O. **A Fertirrigação**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 40p. (Documentos Embrapa Meio-Norte).

SOUSA, W. P. **Avaliação dos efeitos da adubação organo-mineral do solo sobre a produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1992, 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SCIVITTARO, W. B.; MELO, A. M. T.; AZEVEDO FILHO, J. A.; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B. Caracterização de híbridos de pimentão em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 147-150, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed., Porto Alegre: Artmed. 2009. 848 p.

TAVARES, A. C. S. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) utilizando medidores de íons da solução do substrato**. 102 f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. 2005.

TEI, F. Confronto tra cultivar di pepperone in Umbria. **Informatore Agrario**, Verona, v. 46, n. 18, p. 83-91, 1990.

TIVELLI, S. W. **Avaliação de híbridos e sistemas de condução na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) vermelho em ambiente protegido**. 240 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 1999.

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em hortaliças**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2004. 53p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 196).

VALENTE, C. F. **Efeito do biofertilizante, em diferentes níveis de adubação química, sobre o solo e sobre a produção do feijão cultivado em casa de vegetação**. 1985. 48p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VILLAS BÔAS, R. L.; KANO, 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**, Brasília, v.18, p.801-802. 2000. Suplemento.

VILLAS BÔAS, R. L.; ANTUNES, C. L.; BOARETO, A. E.; SOUSA, V. F.; DUENHAS, L. H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (eds.). **Fertirrigação: Flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. cap.1, v.2, p.71-103.

VILAS-BOAS, R. C.; CARVALHO, J. A.; GOMES, L. A. A.; SOUSA, A. M. G.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, K. D. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.525-531, 2008.

ZENG, C.; BIE, Z.; YUAN, B. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.96, p.595-602, 2009.