

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

SÉRGIO WEINE PAULINO CHAVES

COEFICIENTE DE CULTIVO, NECESSIDADE HÍDRICA E ADUBAÇÃO
NITROGENADA NA CULTURA DA PIMENTA

FORTALEZA-CE

2004

SÉRGIO WEINE PAULINO CHAVES

COEFICIENTE DE CULTIVO, NECESSIDADE HÍDRICA E ADUBAÇÃO
NITROGENADA NA CULTURA DA PIMENTA

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.

FORTALEZA-CE

2004

SÉRGIO WEINE PAULINO CHAVES

COEFICIENTE DE CULTIVO, NECESSIDADE HÍDRICA E ADUBAÇÃO
NITROGENADA NA CULTURA DA PIMENTA

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Benito Moreira de Azevedo, Dr. - UFC
(Orientador)

Prof. Boanerges Freire de Aquino, PhD. - UFC
(Conselheiro)

Eng. Agr. José Francismar de Medeiros, Dr. - ESAM
(Conselheiro)

Aos meus familiares **João Weine Nobre Chaves** e **Dione Paulino da Silva Chaves** (Pais), **Zilma Cunha da Silva** (Avó), **Giovanni Weine Paulino Chaves**, **George Weine Paulino Chaves** (Irmãos) e **Sávio Vinícius Holanda Chaves** (Filho), pelo exemplo de vida, de amor, dedicação, compreensão e amizade.

À **Vera Lúcia Holanda Gomes** e **Maria Amélia Holanda**, respectivamente, mãe e avó de meu querido filho, pela compreensão, dedicação e amor na difícil tarefa de o ensinar com honra, passo a passo, o longo caminho da vida.

À minha namorada **Ana Livia Rocha Monteiro**, pelo amor, amizade e companheirismo, aos seus entes, **Wellington Feijó Monteiro** e **Adília Maria Rocha Monteiro** (Pais), e **Jonas Eduardo Rocha Monteiro** e **Rafael Rocha Monteiro** (Irmãos), pelo apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida e pelo “Pão de cada dia”.

À Universidade Federal do Ceará – UFC, pelas condições oferecidas durante o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudos.

À Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa – FUNCAP, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

A Agropecuária Avaí 956 LTDA, pelo fornecimento das mudas e de insumos e ao Eng. Agr. Francisco Rogério de Abreu, pelo amparo técnico.

Ao professor Benito que me acolheu espontaneamente como orientado, apreciando-me com suporte técnico-financeiro e acima de tudo com a amizade.

Aos conselheiros, professor Boanerges Freire de Aquino e ao Eng. Agr. José Francismar de Medeiros, pela participação da banca examinadora e pelas valorosas sugestões apresentadas ao trabalho.

Ao professor Francisco Marcus Lima Bezerra, pela amizade, dedicação e valiosa contribuição neste trabalho.

Aos professores do Curso de Mestrado em Irrigação e Drenagem (Moisés, Nonato, Thales e demais), Solos e Nutrição de Plantas (Assis Júnior) e Fitotecnia (Pitombeira, Renato e Sebastião).

Aos colegas de república (Eduardo, Miranda e Paulo), de turma (Alípio, Edglerdânia, Evandro, Fernanda, Renata, Suassuna e Ticiane, e em especial ao Gleyber e a Juliana), de curso (Alexandre, Alves, Daniel, Daniel Colares, Elba, Guilherme, Humberto, Ilda, Inês, Luís, Mardônio, Márcio, Neuzo, Rodrigo, Silvana e Socorro) e da UFC (Ana Paula, Cris, Canindé, Daniele, Elisa, Yuri, Jaedson, Lúcio, Lucrécio, Gregório, Márcio, Marcílio, Raquel, Sara, Virna e Wagner).

Aos funcionários da UFC (Almiro, Carlos, Crisóstomo, Fátima, Graça, Ivan, Josenias, Marillac, Maurício, Toinha e Willa), da FEVC (Cabeça, Calixto, Chiquinho, Elisa, Joana, Maria Lúcia, Nicolau, Regina, Roberto, Socorro e Toinha) à Ana Maria (Serviços gerais), Ana Angélica, Virlânia (Bolsistas), Albeni, Daniel, Soldado, Tião (Trabalhos de campo).

RESUMO

Com o objetivo de estimar a evapotranspiração (ETC) e o coeficiente de cultivo (Kc), de avaliar o efeito de diferentes lâminas de água e o efeito de doses crescente de nitrogênio na pimenteira cv. Tabasco McIlhenny, foram desenvolvidos três experimentos na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada no município de Pentecoste-CE, durante o período de setembro de 2003 a janeiro de 2004. Experimento I: para estimativa da evapotranspiração da cultura foram utilizados três lisímetros de drenagem. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Penman-Monteith (FAO), sendo o coeficiente de cultivo da pimenteira dado pela relação; $K_c = ETC/ET_o$, em suas diversas fases de desenvolvimento. Os valores de Kc obtidos evidenciaram um comportamento crescente durante todo período vegetativo e um decréscimo na colheita (0,96, 1,29 e 1,24). Experimento II: o delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas lâminas de água (120; 100; 80; 60 e 40%) da evaporação do tanque Classe “A”. O peso médio de frutos e a produtividade aumentaram em função do aumento da lâmina de água. A aplicação das lâminas de água não proporcionaram aumentos em peso da matéria fresca da parte aérea, número de frutos por planta e eficiência do uso de água. A lâmina de irrigação de 120% proporcionou maior produtividade (18,9 t.ha⁻¹). Experimento III: O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas doses crescentes de nitrogênio (0; 75; 150; 225; 300; 375 e 450 kg.ha⁻¹). As características avaliadas foram peso da matéria fresca da parte aérea, número de frutos por planta, peso médio de frutos e produtividade. As doses crescentes de N proporcionaram, em média, aumento em todas características avaliadas, exceto para o peso médio de frutos. A dose de 450 kg.ha⁻¹ proporcionou a maior produtividade (16,5 t.ha⁻¹).

Palavras-chave: *Capsicum frutescens*, evapotranspirômetro, manejo de irrigação, Malagueta, Tabasco.

ABSTRACT

Three experiments were carried out at the Universidade Federal do Ceará – UFC, Pentecoste-CE county, during the period of September 2003 to January 2004, in order to estimate (a) the evapotranspiration (ETC) and crop coefficient (Kc) and (b) the effect different irrigation water layers and also to evaluate the effect of different amounts of nitrogen applied on hot pepper cv. Tabasco McIlhenny yield. Experiment I: it was utilized three drainage lysimeter in order to estimate the crop evapotranspiration. The reference evapotranspiration (ETo) was estimated by using the Penman-Monteith (FAO) method. The crop coefficient, during all vegetative growth period, was obtained by using the relationship $Kc = ETC/ETo$. The Kc values increased during all vegetative growth period in order of 0.96, 1.29, 1.24; the Kc values decreased at the end of the period. Experiment II: it was utilized a complete block design with three replication. Different irrigation water layers, which were based on daily evaporation, as measured by the Class “A” pan (120; 100; 80; 60 e 40%), were assigned to the plots. Fruits average weight and yield increased with the water layers applied. The water layers did not affect the fresh shoot matter weight, neither the number of fruits per plant and neither the water use efficiency. The highest yield (18.9 t.ha⁻¹) was obtained with the 120% water layer. Experiment III: It was utilized a complete block design with three replication. Different rates of nitrogen (0; 75; 150; 225; 300; 375 and 450 kg.ha⁻¹) were applied to the plots. The evaluation was made based on the fresh shoot matter weight, the number of fruits per plant, the fruits average weight and the yield. All characteristics evaluated increased with all rates of nitrogen applied, except for the fruits average weight. The highest yield (16,5 t.ha⁻¹) was obtained at the N rate of 450 kg.ha⁻¹.

Keywords: *Capsicum frutescens* L., evapotranspirometer, irrigation management, Hot Pepper, Tabasco.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Variação da evapotranspiração da cultura da pimenta (ETC), Pentecoste-CE, 2004.....	24
FIGURA 2 -	Variação da evapotranspiração de referência (ET _o) durante a condução da cultura, Pentecoste-CE, 2004.....	25
FIGURA 3 -	Variação do coeficiente da cultura da pimenta, Pentecoste-CE, 2004.....	25
FIGURA 4 -	Peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA) da planta de pimenta em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.....	39
FIGURA 5 -	Número de frutos por planta (NFP) em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.....	39
FIGURA 6 -	Eficiência do uso de água (EF _{H₂O}) em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.....	40
FIGURA 7 -	Peso médio de fruto (PMF) em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.....	41
FIGURA 8 -	Produtividade da pimenteira em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.....	41
FIGURA 9 -	Peso médio de frutos (PMF) em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.....	52
FIGURA 10 -	Peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA) em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.....	53
FIGURA 11 -	Número de frutos por planta (NFP) em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.....	54
FIGURA 12 -	Produtividade da cultura da pimenta em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.....	54
FIGURA 13 -	Valor bruto da produção (VBP), custo da produção (CP) e receita líquida (RL) da cultura da pimenta em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004. Percentual da RL em relação à dose anterior de N.....	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Dados físico-hídricos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE, 2004..	20
TABELA 2 -	Médias mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da nebulosidade e totais mensais da precipitação, da evaporação de Piche e do tanque Classe “A” e da insolação, Pentecoste-CE, 2004.....	20
TABELA 3 -	Dados físico-hídricos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE, 2004..	34
TABELA 4 -	Médias mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da nebulosidade e totais mensais da precipitação, da evaporação de Piche e do tanque Classe “A” e da insolação, Pentecoste-CE, 2004.....	34
TABELA 5 -	Valores de F para peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA), número de frutos por planta (NFP), peso médio de frutos (PMF), produtividade (PROD) e eficiência do uso de água (EF_{H_2O}), Pentecoste-CE, 2004.....	38
TABELA 6 -	Lâminas brutas de irrigação (LB) em função da ECA, Pentecoste-CE, 2004...	42
TABELA 7 -	Dados físico-hídricos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE, 2004..	49
TABELA 8 -	Médias mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da nebulosidade e totais mensais da precipitação, da evaporação de Piche e do tanque Classe “A” e da insolação, Pentecoste-CE, 2004.....	49
TABELA 9 -	Valores de F para peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA), número de frutos por planta (NFP), peso médio de frutos (PMF) e produtividade (PROD), Pentecoste-CE, 2004.....	52

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
3 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DE CULTIVO DA PIMENTEIRA EM LISÍMETRO DE DRENAGEM.....	15
RESUMO DO CAPÍTULO.....	15
ABSTRACT CHAPTER.....	16
3.1 Introdução.....	17
3.2 Material e métodos.....	20
3.3 Resultados e discussão.....	24
3.4 Conclusões.....	27
3.5 Referências bibliográficas.....	28
4 RENDIMENTO DA PIMENTEIRA EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	30
RESUMO DO CAPÍTULO.....	30
ABSTRACT CHAPTER.....	31
4.1 Introdução.....	32
4.2 Material e métodos.....	34
4.3 Resultados e discussão.....	38
4.4 Conclusões.....	43
4.5 Referências bibliográficas.....	44
5 RENDIMENTO DA PIMENTEIRA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO.....	46
RESUMO DO CAPÍTULO.....	46
ABSTRACT CHAPTER.....	47
5.1 Introdução.....	48

5.2 Material e métodos.....	50
5.3 Resultados e discussão.....	53
5.4 Conclusões.....	57
5.5 Referências bibliográficas.....	58

1 INTRODUÇÃO

A pimenta tipo Tabasco é muito apreciada pelos norte-americanos, e o Brasil já exporta esse tipo de produto para os Estados Unidos. A cultura, na Chapada do Apodi-CE, apresenta excelente produtividade, cerca de 15 toneladas por hectare ou pouco mais de um quilo por planta. Toda produção cearense é embarcada para os Estados Unidos e comercializada ao preço de US\$ 0,50.kg⁻¹, o que permite boa rentabilidade para os produtores. O desenvolvimento e o alto rendimento da pimenteira e de outras culturas de importância sócio-econômica dependem, além de outros fatores, de suas características morfológicas e fisiológicas, de um adequado suprimento de água, da disponibilização de nutrientes pelo solo às plantas e do requerimento hídrico e nutricional.

Todas espécies do gênero *Capsicum*, com exceção da *C. anomalum*, são originárias da América. O grupo a qual pertence a *Capsicum frutescens*, de flores brancas, associado com habitat mais úmido, parece ter sido distribuído originalmente através das terras baixas tropicais da América do Sul e Central (NUEZ; ORTEGA; COSTA, 1995). Conforme Nuez, Ortega & Costa (1995 apud MC LEOD et al., 1982), há a hipótese de que uma porção importante do gênero *Capsicum* teve origem no centro-sul da Bolívia, emigrando para os Andes e para as terras baixas da Amazônia é a mais aceita.

O pimentão é cultivado como uma planta herbácea anual, apresentando-se com talos erguidos e crescimento limitado, com altura e forma de desenvolvimento muito variado em função da cultivar e das condições de cultivo (NUEZ; ORTEGA; COSTA, 1995). A pimenta tipo Tabasco (*Capsicum frutescens* L.) é considerada uma espécie domesticada, e sua classificação taxonômica, conforme a IBPGR (1983), é caracterizada por: flores solitárias em cada nó (ocasionalmente fasciculada); pedicélos eretos nas anteses, mas com as flores tombadas; corola branca esverdeada, sem manchas difusas na base das pétalas, com inflorescência ligeiramente revoluta; cálice dos frutos maduros sem constrição típica na união com o pedicélo, irregular e rugoso; polpa do fruto firme; sementes de cor parda; número de cromossomos $2n = 24$, com um par de cromossomos acrocêntricos.

Nuez, Ortega & Costa (1995), considerando o tomate e outras solonáceas não tuberosas de origem americana, acreditam que o pimentão é mais exigente em condições agronômicas, com exceção alguns tipos de frutos pequenos, às pimentas, que são rústicas e se adaptam a condições mais extremas. Esses autores estudaram que as temperaturas inferiores a 15°C retardam o desenvolvimento da planta, sendo que as temperaturas diurnas ótimas estão entre 23 e 25°C e as noturnas entre 18 e 20°C, com um diferencial térmico dia-noite entre 5 e

8°C. As altas temperaturas, principalmente associada com baixa umidade relativa, conduzem a queda das flores e dos frutos recém-frutificados. Também é mais exigente em solo e água do que o tomate, e menos tolerante a salinidade. O pimentão é exigente e necessita de terrenos ricos em matéria orgânica, soltos, bem aerados e permeáveis, onde não exista encharcamento (NUEZ; ORTEGA; COSTA, 1995). Segundo Nuez, Ortega & Costa (1995 apud VILMORÍN DÍAZ, 1977), o pimentão não é especialmente sensível à acidez do solo, adaptando-se bem a um pH entre 5,5 e 7,0.

A necessidade de irrigação deve ser igual a evapotranspiração da cultura (ETC). A ETC pode relacionar-se com o valor da evapotranspiração de referência (ET_o) mediante a fórmula: $ETC = K_c \cdot ET_o$, onde o K_c é o coeficiente da cultura, o qual depende de fatores tais como as condições climáticas, tipo de cultivo, duração do ciclo, em especial da duração da fase de crescimento da cultura e da frequência de irrigação (DOORENBOS; PRUITT, 1997). Conforme esse autores, o valor da ET_o pode ser estimado por diversos métodos, mas o que tem se mostrado mais preciso é o método de Penman-Montheit (FAO), talvez por considerar vários elementos climáticos na estimativa da evapotranspiração.

Nuez, Ortega & Costa (1995 apud CASTILLA et al., 1984), em relação à estimativa da necessidade hídrica de duas cultivares de pimentão em ambiente protegido na Costa de Almería (Espanha), observaram que a necessidade total ou o consumo bruto de água foi de 424 mm para a cultivar Bellamy, com ciclo de 184 dias na época da primavera-verão, e de 400,2 mm para a cultivar Lamuyo, com ciclo de 257 dias, na época do outono-inverno.

No Estado da Califórnia, aproximadamente 25% da superfície cultivada com pimenta é irrigada por gotejamento. Existem alguns sistemas de irrigação por gotejamento que empregam linhas enterradas de 5 a 25 cm de profundidade, com uma ou duas laterais de gotejo por camalhão. Mas a maioria desses produtores, preferem as laterais na superfície do solo, de modo que permita melhorar o desenvolvimento radicular e facilitar a remoção e instalação das mangueiras. O requerimento de irrigação é determinado por meio das estimativas da ET_o baseadas no clima e no estado de desenvolvimento do cultivo; a frequência de irrigação pode variar desde uma até sete vezes por semana, dependendo da época, aumentando-se a frequência durante os períodos de maior demanda hídrica (SMITH et al., 2002).

As doses de aplicação de N tendem a ser altas, muitos produtores usam em torno de 280 kg.ha⁻¹ para a cultura da pimenta, existindo uma crença generalizada de que as altas doses de N aumentam a cobertura foliar e o tamanho do fruto, o que leva a um incremento na produtividade e a uma redução no dano ao fruto por efeito do sol (SMITH et al., 2002).

Segundo esses autores, experimentos de campo na Califórnia, demonstraram que as máximas produções podem ser alcançadas com doses de N variando de 168 a 224 kg.ha⁻¹. Vale ressaltar que, possivelmente esses solos são ricos em matéria orgânica. Para o caso de campos colhidos por um período prolongado (mais de um mês), justifica-se a utilização da dose de adubação mais elevada durante a temporada (SMITH et al., 2002).

Para o Estado de Minas Gerais, Silva & Souza (1999), recomendam doses de N mais elevadas, na base de 8 a 12 g de N por planta, o que propicia um maior período de colheita. Esses níveis de adubação nitrogenada são recomendados, por considerar que o ciclo cultural da pimenta é mais longo do que o ciclo do pimentão. Os autores falam que são necessárias aplicações de adubo nitrogenado em cobertura, realizadas a cada 20 ou 25 dias, geralmente parceladas em 5 aplicações, dependendo do vigor e da longevidade da cultura, e para isso utiliza-se de 3,2 a 4,0 g por planta. Esses valores correspondem de 335 a 445 kg.ha⁻¹, equivalente a uma densidade de plantio de 13.889 plantas por hectare.

Considerando os fatos apresentados e estudos, o objetivo do presente trabalho foi o a) de estimar o coeficiente da cultura (Kc); b) de otimizar as necessidades hídricas e c) quantificar a adubação nitrogenada para a pimenteira (*Capsicum frutescens* L.) cv. Tabasco McIlhenny nas condições edafoclimáticas de Pentecoste-CE.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Trad. H. R. Gheyi, J. E. C. Metri, F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24).

IBPGR. **Genetic resources of *Capsicum***: a global plan of action. Rome, 1983. IBPGR Secretariat.

NUEZ, F.; ORTEGA, R. G.; COSTA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madrid. Ed. Mundi-Prensa Libros, 1995. 607p.

SILVA, E. C. da; SOUZA, R. J. de. **Cultura da pimenta**. Lavras: UFLA, 1999. 18p. (Boletim Técnico, 68).

SMITH, R.; HARTZ, T.; AGUIAR, J.; MOLINAR, R. **Producción de chili picante en California**. Centro de Información y Investigación de Hortalizas. California: University of California, 2002. 5p. (Serie de Producción de Hortalizas).

3 EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DE CULTIVO DA PIMENTEIRA EM LISÍMETRO DE DRENAGEM

RESUMO DO CAPÍTULO

Com o objetivo de estimar a evapotranspiração (ETC) e o coeficiente de cultivo (Kc) da pimenteira cv. Tabasco McIlhenny, foi desenvolvido um experimento na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada no município de Pentecoste-CE, durante o período de setembro de 2003 a janeiro de 2004. Para estimativa da evapotranspiração da cultura foram utilizados três lisímetros de drenagem. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Penman-Monteith (FAO), sendo o coeficiente de cultivo da pimenteira dado pela relação: $K_c = ETC/ET_o$, em suas diversas fases de desenvolvimento. Os valores de Kc obtidos evidenciaram um comportamento crescente durante todo período vegetativo e um decréscimo na colheita (0,96, 1,29 e 1,24).

Palavras-chave: *Capsicum frutescens*, evapotranspirômetro, Tabasco.

EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENT OF HOT PEPPER IN DRAINAGE LYSIMETER

ABSTRACT CHAPTER

An experiment was carried out at Universidade Federal do Ceará – UFC, Pentecoste-CE county, during the period of September 2003 to January 2004, in order to estimate the evapotranspiration (ETC) and crop coefficient (Kc) of hot pepper cv. Tabasco McIlhenny. It was utilized three drainage lysimeter to estimate the crop evapotranspiration. The reference evapotranspiration (ETo) was estimated by using the Penman-Monteith (FAO) method. The crop coefficient, for all vegetative growth period, was obtained by the relationship $Kc = ETC/ETo$. The Kc values increased during all the vegetative growth period and were of 0.96, 1.29, and 1.24; they decreased at the end of the period.

Keywords: *Capsicum frutescens* L., evapotranspirometer, Tabasco.

3.1 Introdução

O sucesso na agricultura irrigada depende de inúmeras variáveis, que devem ser estudadas antes da implantação de um projeto de irrigação. Mas, duas variáveis são de extrema importância: o bom dimensionamento do sistema e o manejo de irrigação. Para isso é necessário que se tenha informações precisas sobre vários parâmetros básicos. Pode-se citar a evapotranspiração de referência (ET_o), a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente da cultura (K_c). Essas variáveis básicas da irrigação dependem dos elementos meteorológicos, da cultura e do solo, podendo ser medida diretamente (lisímetros) e indiretamente (equações combinadas) por vários métodos. Tais fatos reforçam a idéia de que, o somatório dessas informações irão refletir em economia para o produtor, pois a maximização no rendimento das espécies vegetais depende, entre outros, do dimensionamento do sistema de irrigação e do conhecimento da demanda hídrica da cultura.

Numa superfície vegetada, ocorrem simultaneamente os processos de evaporação e transpiração. Evapotranspiração é o termo que foi utilizado por Thornthwaite, no início da década de 40 do século passado, para expressar essa ocorrência simultânea. A evapotranspiração é controlada pela disponibilidade de energia, pela demanda atmosférica, e pelo suprimento de água do solo às plantas (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997). Segundo Viana & Azevedo (2003), o aumento da evapotranspiração está relacionado com o acréscimo saldo de radiação, efeito advectivo, temperatura do ar e velocidade do vento, como também, com o decréscimo da umidade relativa. A transpiração constitui-se na água evaporada das superfícies das plantas, originária do solo, que percorre as raízes, os tecidos vasculares, as folhas, os estômatos e atinge a atmosfera. Outros aspectos da planta que afetam a evapotranspiração é o poder refletor (albedo); quanto mais escura a vegetação maior a energia disponível; além disso, quanto maior a área foliar, a altura e o sistema radicular, mais a planta pode evapotranspirar (VIANA; AZEVEDO, 2003). Esses autores citam que, os solos argilosos têm maior capacidade para armazenar água, possibilitando a manutenção de taxas elevadas de evapotranspiração por períodos mais longos do que as possibilitadas pelos solos arenosos. Entretanto, eles ressaltam que, os impedimentos físicos, como camadas impermeáveis, podem dificultar o desenvolvimento do sistema radicular, diminuindo a absorção de água.

O padrão de referência (ET_o) é “a taxa de evapotranspiração de uma superfície extensa de gramíneas verdes de 8 à 15 cm de altura, uniforme, em ativo crescimento, sombreando completamente o solo e onde não existe limitação de água” (DOORENBOS;

PRUITT, 1997). Ainda, a ETC para outras culturas, refere-se a evapotranspiração da cultura isenta de doenças que cresce em um campo extenso de um ou mais hectares, em condições ótimas de solo, incluídas fertilidade e água suficiente para atingir o potencial pleno de produção da cultura em um meio ambiente determinado. O K_c é um coeficiente obtido pela razão entre a evapotranspiração da cultura e a de referência, estando correlacionado com a cultura selecionada, sua fase de desenvolvimento e as condições climáticas predominantes (DOORENBOS; PRUITT, 1997).

A equação original de Penman (1948) estimava as perdas por evaporação de uma superfície livre de água, E_o , e foram sugeridos coeficientes de cultivo, obtidos experimentalmente, com fins de relacionar a E_o com a evapotranspiração (DOORENBOS; PRUITT, 1997). Segundo esses autores, a equação possui dois termos importantes, o da energia (radiação) e o aerodinâmico (vento e umidade), onde sua importância é relativa, variando em função das condições climáticas. A única proposta de variação com respeito ao método original é uma correção adicional para as condições meteorológicas diurnas e noturnas, não representativas dos climas, já sendo determinada essa função (DOORENBOS; PRUITT, 1997). Assim em 1990, a FAO reuniu um grupo de especialistas em evapotranspiração para rever o “Manual da FAO 24” e chegaram a resolução de adotar o método de Penman-Monteith como o mais adequado para estimar a evapotranspiração de uma cultura na escala diária, por evitar o uso do K_c na conversão da E_{To} em ETC (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997). Para esses autores, essa resolução foi parametrizada como representativa de uma cultura hipotética, e portanto, trata-se de uma estimativa de E_{To} (mm.d^{-1}).

Conforme Bernardo (1995), os lisímetros de pesagem são tanques enterrados no solo, dentro dos quais mede-se a evapotranspiração (ET), sendo o método mais preciso para medida direta da ET, desde que sejam instalados corretamente. Existem pontos básicos na instalação de um lisímetro: ser suficientemente largo e profundo (2 m^3); às condições físicas do solo dentro do lisímetro devem ser próximas as condições externas; eles devem estar rodeados pela espécie estudada e na mesma condição de cultivo. Para Pereira, Villa Nova & Sedyama (1997), o lisímetro é um equipamento que consiste de uma caixa impermeável, contendo um volume de solo, e que permite conhecer com detalhe alguns termos do balanço hídrico do volume amostrado. Ressaltam ainda, que eles foram concebidos para estudar a drenagem profunda e a concentração de nutrientes extraídos do volume de solo, e que a evapotranspiração passou a ser estudada como um subproduto, daí serem conhecidos também como evapotranspirômetros.

Para Doorenbos & Kassam (2000), as espécies *Capsicum*, em geral, possuem ciclo de 120 a 150 dias e consomem de 600 a 1250 mm de água, dependendo das condições climáticas e da variedade. Para os mesmos autores, os coeficientes de cultura médios são 0,40 logo após o transplântio, 0,95 a 1,10 durante o período de cobertura plena e, para o pimentão verde, 0,80 a 0,90 no momento da colheita. Gomes (1999) apresenta valores de Kc do pimentão extraídos de Yagüe & Roche (1990); 0,35 da sementeira até 15% do desenvolvimento vegetativo; 0,70 do final do primeiro período até imediatamente antes da floração; 1,05 na fase de floração e frutificação; e 0,90 na fase de maturação, compreendida entre o final do período três e a colheita. Bezerra & Mesquita (2000) apresentaram valores de coeficientes de cultura variando de acordo com o método de estimativa da ETo, tendo o método de Penman-Monteith apresentado Kc igual a 0,46 na fase inicial da cultura e 1,40 em plena fase de floração–frutificação. Marouelli, Silva & Silva (2001) apresentaram tabelas para estimativa da ETC nas hortaliças, para as várias fases de desenvolvimento, a partir dos valores de temperatura e umidade relativa do ar. Com base nessas tabelas e nos valores médios de temperatura e umidade relativa do ar igual a 27,1°C e 74%, respectivamente, obtidos de uma série histórica de trinta anos no município de Pentecoste-CE, estimou-se a ETC do pimentão: 2,20 mm na fase inicial; 3,25 mm na vegetativa; 4,25 mm na produção; e 3,65 mm na fase de maturação.

O objetivo deste trabalho foi estimar o coeficiente da cultura (Kc) da pimenteira (*Capsicum frutescens* L.) cv. Tabasco McIlhenny em três estádios de desenvolvimento, nas condições edafoclimáticas de Pentecoste-CE, utilizando-se três lisímetros de drenagem para a obtenção da evapotranspiração da cultura (ETC) e a fórmula de Penman-Monteith (FAO) para o cálculo da evapotranspiração de referência (ETo).

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, no período de setembro de 2003 a janeiro de 2004, em solo classificado como Neossolo Flúvico, segundo a classificação da EMBRAPA (1999). A análise de fertilidade do solo (0-20 cm) revelou os seguintes resultados: pH = 6,9; Ca = 3,8 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,5 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c.dm⁻³; Na = 16 mg.dm⁻³; P = 102 mg.dm⁻³ e K = 292 mg.dm⁻³ e de (20-40 cm): pH = 7,2; Ca = 3,5 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,0 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c.dm⁻³; Na = 48 mg.dm⁻³; P = 146 mg.dm⁻³ e K = 211 mg.dm⁻³. A análise físico-hídrica do solo está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Dados físico-hídricos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE, 2004.

Profundidade (cm)	Composição Granulométrica (g.kg ⁻¹)					Clas. Text.	GF (g.100g ⁻¹)	Densidade		Umidade (g.kg ⁻¹)		Água Útil (g.kg ⁻¹)
	AG	AF	S	A	AN			Solo	Part.	1/3atm	15atm	
0-60	100	620	190	90	40	FA	53	1,31	2,74	133,9	51,8	82,1
60-100	160	660	130	70	50	AF ¹	30	1,31	2,75	97,1	37,7	59,5

AG – Areia grossa; AF – Areia fina; S – Silte; A – Argila; AN – Argila natural; CT – Classe textural; GF – Grau de floculação; FA – Franco arenoso; AF¹ - Areia franca.

O município de Pentecoste está situado a 3° 47' 34'' de latitude sul e a 39° 16' 13'' de longitude oeste de Greenwich e altitude 60 m. O clima da região, segundo a classificação de Thornthwaite, é semi-árido e, de acordo com Köppen é BSw^h, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio, com temperatura média de 27,1°C, umidade relativa do ar 74% e precipitação anual de 800,9 mm (EMBRAPA, 2001). Os dados meteorológicos locais, obtidos durante a condução do experimento, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Médias mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da nebulosidade e totais mensais da precipitação, da evaporação de Piche e do tanque Classe “A” e da insolação, Pentecoste-CE, 2004.

Meses	Temperatura do ar (°C)					Umid. Relativa (%)	Neb. (h)	Prec. (mm)	Evap. Piche (mm)	Evap. Classe “A” (mm)	Insol (h)
	Média Máx.	Média Mín.	Máx. Absol.	Mín. Absol.	Média						
Set.	34,4	22,2	36,2	23,2	26,5	71	3,2	0,0	170,5	243,8	290
Out.	36,7	23,4	37,8	22,0	27,1	69	3,7	0,0	209,5	269,7	219
Nov.	35,6	29,6	38,4	21,2	28,6	65	4,3	0,0	208,7	258,4	312
Dez.	36,4	23,9	37,6	22,0	27,8	72	4,3	0,0	209,5	254,5	315
Período	35,8	24,8	37,5	22,1	27,5	69	3,9	0,0	798,2	1026,4	1136

Dados obtidos na Estação Agroclimatológica da Fazenda Experimental Vale do Curu durante a condução do experimento, localizada no município de Pentecoste-CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), cujas coordenadas geográficas são: latitude 3° 47' S, longitude 39° 16' W Greenwich e altitude de 45 m.

A água utilizada na área experimental procede do Açude General Sampaio, a qual, de acordo com às diretrizes para se avaliar a qualidade da água de irrigação, similar às indicadas pela Universidade da Califórnia (UNIVERSITY OF CALIFÓRNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS, 1974), não apresenta nenhum risco de salinidade e não oferece problemas de infiltração (AYERS; WESTCOT, 1999), apresentando salinidade, expressa em condutividade elétrica, de $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

Construídos com fibra de vidro, com paredes de 1 cm de espessura, foram utilizados três lisímetros com cada um correspondendo a uma caixa de $2,4 \times 1,2 \text{ m}$, ou seja, com uma área de exposição de $2,88 \text{ m}^2$, e com uma profundidade de 1 m.

A terra foi removida do local onde foram instalados os lisímetros, e separada nos diferentes perfis do solo. Os lisímetros foram colocados nivelados com um suave declive no sentido do dreno, e antes de serem preenchidos com o solo, foi colocada uma camada de brita com 5 cm de espessura no fundo da caixa. Esta camada foi revestida por uma manta de “Bidim OP-20”. Depois, os lisímetros foram preenchidos com o solo, obedecendo os perfis originais do local. Na parte inferior do lisímetro, foi inserido um dreno de PVC com diâmetro de 25 mm, conectado a um vaso, colocado em um poço de observação com 1,5 m de profundidade, por meio do qual o excesso de água percolado era captado e medido.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e coveamento ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$); foi aplicado adubo orgânico ($4,5 \text{ L.cova}^{-1}$ de esterco bovino). A área experimental total utilizada foi de 550 m^2 e as plantas foram espaçadas por $1,2 \times 0,6 \text{ m}$. Considerou-se como área útil as quatro plantas de cada lisímetro. As mudas de pimenteira, cv. Tabasco McIlhenny, foram produzidas e fornecidas por Empresa especializada em produção de mudas, e transplantadas no dia 04 de setembro, aos 35 dias após a semeadura.

A adubação no campo foi feita em cobertura aplicando-se manualmente ao redor da planta na profundidade de 15 cm e via foliar através de pulverizações. O fertilizante nitrogenado utilizado foi uréia (44% de N), sendo aplicado cerca de 36 g.pl^{-1} , dividida em 6 parceladas em intervalos de 15 dias (a partir do transplante), correspondendo a 220 kg.ha^{-1} de N. O fertilizante fosfatado utilizado foi o fosfato monoamônico ou mais conhecido como MAP (48% de P_2O_5 e 9% de N), sendo aplicado cerca de 24 g.pl^{-1} no momento do transplante, correspondendo a 160 kg.ha^{-1} de P_2O_5 e 30 kg.ha^{-1} de N. O fertilizante potássico utilizado foi o cloreto de potássio (60% de K_2O), sendo aplicado cerca de 18 g.pl^{-1} , dividido em duas parcelas no início da floração (60 dias após o transplante - DAT) e aos 90 DAT, correspondendo a 150 kg.ha^{-1} de K_2O . Via foliar foram realizadas três aplicações aos 45, 60 e 75 DAT de um produto com a formulação N 10%, P_2O_5 8%, K_2O 8%, Mg 0,5%, Ca 1%, S

2%, Zn 1%, B 0,5%, Fe 0,1%, Mo 0,1%, Cu 0,2% e Mn 0,5%, a base de 1 mL.L⁻¹ de água, utilizando-se um volume total nas três aplicações de 3 L para uma área de 8,64 m², correspondentes aos lisímetros.

A pimenta foi conduzida no campo sem tutoramento, tendo sido podada por duas vezes; a primeira aos 7 DAT, uma poda apical, quando a planta apresentava 10 cm de altura, possuindo de 8 a 10 folhas; a segunda aos 40 DAT, uma poda apical dos ramos secundários. As capinas foram realizadas a cada quinze dias, visando-se o controle de ervas daninhas e um melhor aproveitamento da água pela cultura. Os tratos fitossanitários foram realizados periodicamente durante todo ciclo da cultura, iniciando-se aos 15 DAT, com intervalos de 15 dias, respeitando as carências dos produtos. Os princípios ativos dos agrotóxicos utilizados foram: Clorotalonil (Antracnose, Mancha-de-alternária, Mancha-de-estênfilio e Murcha-de-fitóftora), Thiacloprid (Mosca branca, Tripes, Pulgão, Cigarrinha verde) e Fenvalerate (Vaquinha e Traça).

As irrigações por gotejamento foram realizadas durante todo o ciclo da cultura, usando um gotejador autocompensante para cada planta. A vazão média dos emissores foi de 2,63 L.h⁻¹, o coeficiente de variação da vazão do sistema era de 5% para uma pressão de serviço de 190 kPa. As lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas com base no percentual (100%) da água evaporada no tanque Classe “A” (mm), com o tempo de irrigação (em hora) calculado conforme a vazão dos gotejadores e o volume de água (em litro) necessário. A frequência de irrigação foi diária. Nos lisímetros, as irrigações foram feitas com regador, todos os dias, até quando os lisímetros começassem a drenar. O volume de água (em litro) calculado para cada lisímetro, foi efetuado com base na área do lisímetro (m²) e no percentual (120%) da evaporação do tanque.

A evapotranspiração total da cultura (ETC) foi obtida para cada fase de desenvolvimento da pimenta, correspondendo à diferença entre o volume de água colocado e o volume drenado em litro, dividido pela área do lisímetro em metro quadrado. A estimativa da ETC iniciou-se aos 15 DAT, quando foi verificado que o armazenamento de água nos lisímetros encontravam-se em equilíbrio.

A escolha da metodologia de Penman-Monteith, parametrizada pela FAO foi selecionada, pois quando são estabelecidos valores adequados para a resistência da cobertura vegetal, o modelo de Penman-Monteith tem se mostrado superior aos demais métodos combinados na estimativa da evapotranspiração, para uma ampla variedade de climas, localidades e culturas, conforme foi apresentado por Allen et al. (1998).

Com os resultados obtidos da evapotranspiração da cultura e de referência, foram calculados os coeficientes de cultura da pimenteira para os diferentes estádios de desenvolvimento, em todo ciclo fenológico, através da razão entre ETC e ETo.

Os diferentes estádios de desenvolvimento foram divididos em quatro fases, conforme foi apresentado por Allen et al. (1998):

- Fase I: desde o momento do transplântio até o ponto em que a cultura alcança aproximadamente 10% do seu desenvolvimento;

- Fase II: inicia-se no final da fase I e termina em um ponto imediatamente antes da floração, que corresponde ao intervalo de 70 a 80% da cobertura vegetal;

- Fase III: período de floração e frutificação;

- Fase IV: período de maturação, compreendida entre o final da fase III e a colheita.

A colheita foi efetuada aos 128 DAT, quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento produtivo e 15% dos frutos apresentavam coloração avermelhada. Essa colheita definitiva foi motivada pela ocorrência de um ataque severo de pássaros (Bem-te-vi e Sábida), sendo que as plantas foram retiradas do campo e levadas para o laboratório. Foram avaliadas as características de matéria fresca da parte aérea (g.pl^{-1}), o número de frutos por planta, o peso médio de frutos (mg), a produtividade (t.ha^{-1}) e a eficiência do uso de água (kg.m^{-3}).

3.3 Resultados e discussão

Os resultados referentes à evapotranspiração da cultura da pimenteira encontram-se na Figura 1. Os níveis mais elevados da ETC ocorreram quando a cultura se encontrava com mais de 100 DAT. O consumo médio de água durante a condução da cultura foi de 7,4 mm.dia⁻¹ e o desvio padrão na ordem de $\pm 0,64$. Observou-se que o máximo consumo de água foi, em média, de 8,4 mm.dia⁻¹. Segundo Bezerra & Mesquita (2000), a variação no consumo de água, em termos de ETC, verificada durante o desenvolvimento da cultura pode ser associada unicamente às variações das condições climáticas.

Durante o período do experimento foi necessário aplicar uma lâmina de irrigação total excedente para o bom desenvolvimento da cultura e para que os lisímetros drenassem. A lâmina de água aplicada foi de 1261 mm, sendo que neste valor está incluída a lâmina drenada nos lisímetros que foi, em média, de 178 mm.

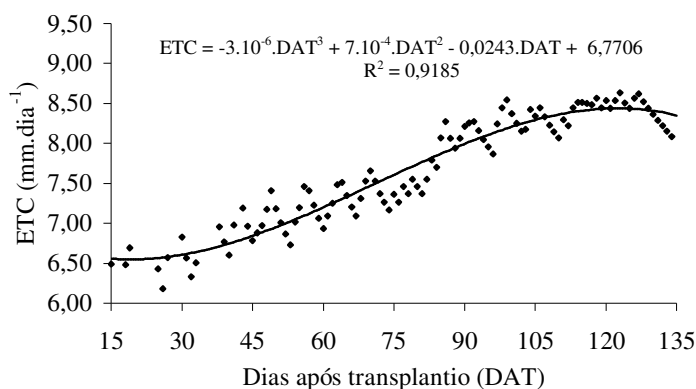


FIGURA 1 - Variação da evapotranspiração da cultura da pimenta (ETC), Pentecoste-CE, 2004.

Em relação a evapotranspiração de referência (ET_o), pode-se observar, na Figura 2, que durante as fases fenológicas, em média não houve variação significativa nos valores da ET_o embora entre o dia e outro tenha havido maior variabilidade. Em média, obteve-se, resultados na ordem de 6,82 mm.dia⁻¹ no período de até 25 DAT (Fase I), 6,60 mm.dia⁻¹ no período entre 25 e 75 DAT (Fase II), 6,33 mm.dia⁻¹ no período compreendido entre 75 e 120 DAT (Fase III) e 6,13 mm.dia⁻¹ no período entre 120 e 135 DAT (Fase IV). A média da ET_o durante a condução da cultura foi de 6,63 mm.dia⁻¹ e o desvio padrão na ordem de $\pm 0,27$. Esses resultados indicam que a ET_o não teve grande influência, pelo menos de maneira direta no comportamento do coeficiente da cultura (K_c). Por outro lado, o K_c apresentou comportamento semelhante a ETC. A ET_o teve comportamento de baixa variação durante o

período do experimento, mas, dependendo do local, da estação do ano e até mesmo de fenômenos meteorológicos atípicos, esse comportamento pode apresentar-se de várias formas.

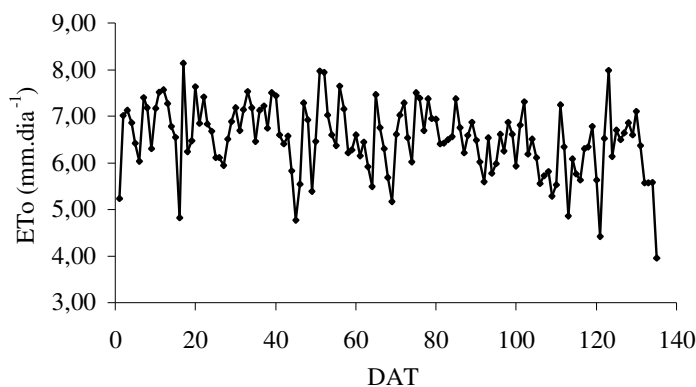


FIGURA 2 - Variação da evapotranspiração de referência (ETo) durante a condução da cultura, Pentecoste-CE, 2004.

Os valores encontrados para os coeficientes de cultura (Kc) da pimenteira variaram em função das fases fenológicas da cultura (Figura 3). Foram alcançados valores constantes na fase inicial (I) 0,96 (0 a 25 DAT), crescentes na fase de desenvolvimento e floração (II) entre o período de 25 a 75 DAT, em média 1,13, chegando a uma tendência constante de 1,29 na fase de frutificação (III), de 75 a 120 DAT e um pequeno decréscimo 1,24 na fase de maturação e colheita (IV), de 120 a 135 DAT. Os desvios padrão para as fases I, II, III e IV da cultura foram respectivamente na ordem de $\pm 0,02$, $\pm 0,06$, $\pm 0,09$ e $\pm 0,03$.

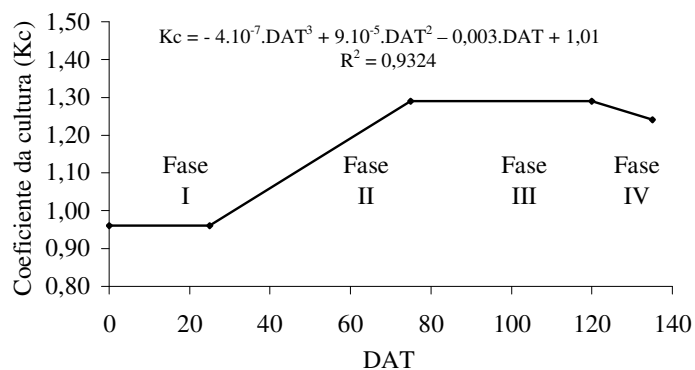


FIGURA 3 - Variação do coeficiente da cultura da pimenteira, Pentecoste-CE, 2004.

Comparando-se com os valores apontados pela FAO, para os *Capsicum*, verifica-se que houve um acréscimo aproximado de 92%, 74%, 17% e 38%, respectivamente, nas fases fenológicas I, II, III e IV. Este fato indica que pode ter havido uma falha no manejo da irrigação, principalmente na fase inicial, logo após o transplante. Era necessário que houvesse

percolação da água, e o volume de água a ser colocado nos lisímetros teria que ser bastante alto, com isso, as plantas apresentaram murchamento. Então, houve a necessidade de aumentar a frequência de irrigação. Pereira, Villa Nova & Sediya (1997 apud JAGTAP; JONES, 1989) afirmaram que o K_c depende da frequência de irrigação, sendo maior em intervalos menores de irrigação (1 e 3 dias), no entanto, essa diferença tende a desaparecer quando a cultura atinge 30% a 40% de seu desenvolvimento. Vale salientar que a irrigação umedece todo o solo, contribuindo para maior evaporação, podendo ser essa uma explicação plausível para alto K_c da fase inicial da cultura da pimenta.

Bezerra & Mesquita (2000), trabalhando com a cultura de pimentão, obtiveram coeficientes que variaram de 0,46, na fase inicial da cultura, a 1,40 na plena fase de floração e frutificação.

Os valores obtidos para as características de rendimento da pimenteira foram de: 2.546 g.pl⁻¹ para o peso da matéria fresca da parte aérea, 1.551 g.pl⁻¹ para o peso de frutos por planta, 1.701.pl⁻¹ para o número de frutos por planta, 930 mg.fruto⁻¹ para o peso médio de frutos, 22 t.ha⁻¹ para a produtividade e de 2,0 kg.m⁻³ para eficiência do uso de água.

3.4 Conclusões

A estimativa do coeficiente da cultura (K_c) da pimenteira foi superior ao recomendado pela FAO, e o maior valor estimado ocorreu na fase de frutificação (1,29).

3.5 Referências bibliográficas

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998, 297p. (FAO, Irrigation and Drainage, 56).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Trad. H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Revisado).

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 1995. 656p.

BEZERRA, F. M. L.; MESQUITA, T. B. de. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura do pimentão cultivado em lisímetro de drenagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2000. v.18, p.617-618.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas.** Trad. H. R. Gheyi, J. E. C. Metri, F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Trad. H. R. Gheyi, A. A. de Sousa, F. A. V. Damasceno e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, **Dados climatológicos:** Estação de Pentecoste, 2000. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, UFC, 2001. 14p. (Embrapa Agroindústria Tropical: Boletim Agrometeorológico, 26).

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação:** hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento. 3ª ed. Campina Grande: Ed. UFPB, 1999. 412p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. S.; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças.** 5ªed. Brasília: Embrapa-SPI, 2001. 72p.

PEREIRA, R. A.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração.** Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

SMITH, M. **Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requeriment.** Rome: FAO, 1991. 45p.

VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M de. **Meteorologia e climatologia agrícolas.** Fortaleza: UFC. 2003. 196p. (Material Didático).

4 RENDIMENTO DA PIMENTEIRA EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO DO CAPÍTULO

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes lâminas de água no rendimento da pimenteira cv. Tabasco McIlhenny, foi desenvolvido um experimento na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada no município de Pentecoste-CE, durante o período de setembro de 2003 a janeiro de 2004. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas lâminas de água (120; 100; 80; 60 e 40%) da evaporação do tanque Classe “A”. Peso médio de frutos e produtividade aumentaram em função da lâmina de água. As lâminas de água não proporcionaram diferenças no peso da matéria fresca da parte aérea, número de frutos por planta e eficiência do uso de água. A lâmina de irrigação de 120% proporcionou maior produtividade (18,9 t.ha⁻¹).

Palavras-chave: *Capsicum frutescens*, manejo de irrigação, tanque Classe “A”, Tabasco.

HOT PEPPER YIELD AS AFFECTED BY IRRIGATION WATER LAYERS

ABSTRACT CHAPTER

An experiment was conducted at the Universidade Federal do Ceará – UFC, Pentecoste-CE county, during the period of September 2003 to January 2004, in order to evaluate the effect of different irrigation water depths on yield of hot pepper cv. Tabasco McIlhenny. It was utilized a complete block design with three replication. Different irrigation water layers, based on daily evaporation layers measured with a Class “A” pan, of 120; 100; 80; 60 e 40% were applied to the plots. Fruits average weight and yield increased with the irrigation water layers. The irrigation water layers did not affect the fresh shoot matter weight, neither the number of fruits per plant and neither the water use efficiency. The highest yield (18.9 t.ha⁻¹) was obtained with the 120% irrigation water layer.

Keywords: *Capsicum frutescens* L., irrigation management, Class “A” pan, Tabasco.

4.1 Introdução

A produção de pimenta (*Capsicum spp*) para uso como condimento de mesa e de produtos alimentícios industrializados vem crescendo e, atualmente, é uma atividade olerícola bastante rentável, inclusive para pequenas indústrias de conserva (SILVA; SOUZA, 1999).

As pimentas constituem um grupo de espécies botânicas com características próprias, e a pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) caracteriza-se por apresentar plantas arbustivas, vigorosas, com altura de 0,9 a 1,2 m e bastante ramificada, além disso, os frutos, quando maduros são de coloração vermelha, bem picantes, com 1,5 a 3,5 cm de comprimento e 0,3 a 0,5 cm de diâmetro (SILVA; SOUZA, 1999).

Os principais fatores limitantes da produção agrícola na região Nordeste, especificamente no semi-árido, são a escassez e a irregularidade pluviométrica (LIMA et al., 1999). Segundo esses autores, nesta região, historicamente, a solução para a baixa disponibilidade hídrica para as culturas tem sido resolvida através do emprego da engenharia. O manejo de água consistiu, basicamente, na transposição de água de um lugar para outro, por meio de técnicas de construção e emprego de energia de baixo custo (FERREIRA; COSTA; ALBUQUERQUE, 1991). Entretanto, com os custos de energia aumentando e a cobrança pela utilização da água para irrigação, a busca por tecnologias e práticas de manejo de irrigação tornam-se indispensáveis para a otimização do uso da água.

A água é essencial para a produção das culturas, devendo-se fazer o melhor uso da água disponível, para se obter produção satisfatória e altos rendimentos. Isto exige conhecimento adequado do efeito da água (de chuva e/ou irrigação) sobre o crescimento das culturas e seu rendimento, em diferentes condições de crescimento (DOORENBOS; KASSAM, 2000). Klar & Jadoski (2002), trabalhando com a cultura do pimentão em ambiente protegido, verificaram que a ocorrência de deficiência hídrica severa ocasiona elevada senescência e abscisão de folhas nas plantas.

A resposta do rendimento das culturas, em relação à condição de umidade adequada, tem sido abordada em várias pesquisas, haja vista a grande diversidade existente de espécies vegetais. No tomateiro, em valores absolutos, o maior regime de irrigação (0,85 na fase inicial-vegetativa e 1,15 na fase floração-frutificação), referenciado na evaporação do tanque Classe “A” (ECA), proporcionou ganho na produção total, comercial e de frutos grandes; em compensação, apresentou a menor eficiência no uso da água (COELHO et al., 1994). Em ambiente protegido, as características matéria fresca por planta e produtividade da alface apresentaram uma resposta quadrática em relação aos níveis de irrigação (0,25; 0,50;

0,75 e 1,00 da ECA), obtendo maiores valores para o nível de 0,75 da ECA (ANDRADE JÚNIOR; KLAR, 1996). Entretanto, Hamada & Testezlaf (1995) verificaram que o crescimento e a produtividade comercial de alface não foram influenciadas pelos níveis de lâmina de irrigação (120, 100, 80 e 60% da ECA). Segundo esses autores, este fato pode ser explicado pelo alto coeficiente de variação (em média 19%).

Diversos sistemas de irrigação podem ser utilizados para a produção de pimentas, mas a irrigação por gotejamento, teoricamente, parece ser a melhor opção quando se preconiza a economia de água. Vermeiren & Jobling (1997) afirmaram que o transporte direto de água às raízes, através de uma rede de tubulações fechadas, possibilita uma economia de água muito importante, entretanto, não se pode esperar uma economia de água excessivamente grande. De acordo com Carrijo et al. (1983), a irrigação por gotejamento permitiu uma economia no volume de água aplicado sobre a cultura do tomate, duas vezes superior ao volume utilizado na irrigação por sulcos.

Para o manejo de irrigação, no que se refere à aplicação da quantidade adequada de água para o bom desenvolvimento de uma cultura, o volume de água aplicado pode ser estimado relacionando-se a lâmina de irrigação e a evaporação no tanque Classe “A” (ECA), através de percentuais ou coeficientes, definido para cada condição de cultivo (CARRIJO et al., 1983; COELHO et al., 1994; HAMADA; TESTEZLAF, 1995; ANDRADE JÚNIOR; KLAR, 1996). Este fato é de grande importância, pois o manejo de irrigação através de um simples e barato instrumento meteorológico (Tanque Classe “A”) permite ao produtor rural a possibilidade de irrigar sem a necessidade da utilização de cálculos complexos na estimativa da necessidade hídrica das culturas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de lâminas de irrigação por gotejamento, baseadas em percentuais da evaporação do tanque Classe “A”, no rendimento da pimenteira (*Capsicum frutescens* L.) cv. Tabasco McIlhenny, nas condições edafoclimáticas de Pentecoste-CE.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, no período de setembro de 2003 a janeiro de 2004, em solo classificado como Neossolo Flúvico, segundo a classificação da EMBRAPA (1999). A análise de fertilidade do solo (0-20 cm) revelou os seguintes resultados: pH = 6,9; Ca = 3,8 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,5 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c.dm⁻³; Na = 16 mg.dm⁻³; P = 102 mg.dm⁻³ e K = 292 mg.dm⁻³ e de (20-40 cm): pH = 7,2; Ca = 3,5 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,0 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c.dm⁻³; Na = 48 mg.dm⁻³; P = 146 mg.dm⁻³ e K = 211 mg.dm⁻³. A análise físico-hídrica do solo está apresentada na Tabela 3.

TABELA 3 - Dados físico-hídricos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE, 2004.

Profundidade (cm)	Composição Granulométrica (g.kg ⁻¹)					Clas. Text.	GF (g.100g ⁻¹)	Densidade		Umidade (g.kg ⁻¹)		Água Útil (g.kg ⁻¹)
	AG	AF	S	A	AN			Solo	Part.	1/3atm	15atm	
0-60	100	620	190	90	40	FA	53	1,31	2,74	133,9	51,8	82,1
60-100	160	660	130	70	50	AF ¹	30	1,31	2,75	97,1	37,7	59,5

AG – Areia grossa; AF – Areia fina; S – Silte; A – Argila; AN – Argila natural; CT – Classe textural; GF – Grau de floculação; FA – Franco arenoso; AF¹ - Areia franca.

O município de Pentecoste está situado a 3° 47' 34'' de latitude sul e a 39° 16' 13'' de longitude oeste de Greenwich e altitude 60 m. O clima da região, segundo a classificação de Thornthwaite, é semi-árido e, de acordo com Köppen é BSw^h, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio, com temperatura média de 27,1°C, umidade relativa do ar 74% e precipitação anual de 800,9 mm (EMBRAPA, 2001). Os dados meteorológicos locais, obtidos durante a condução do experimento, são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 - Médias mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da nebulosidade e totais mensais da precipitação, da evaporação de Piche e do tanque Classe “A” e da insolação, Pentecoste-CE, 2004.

Meses	Temperatura do ar (°C)					Umid. Relativa (%)	Neb. (h)	Prec. (mm)	Evap. Piche (mm)	Evap. Classe “A” (mm)	Insol (h)
	Média Máx.	Média Mín.	Máx. Absol.	Mín. Absol.	Média						
Set.	34,4	22,2	36,2	23,2	26,5	71	3,2	0,0	170,5	243,8	290
Out.	36,7	23,4	37,8	22,0	27,1	69	3,7	0,0	209,5	269,7	219
Nov.	35,6	29,6	38,4	21,2	28,6	65	4,3	0,0	208,7	258,4	312
Dez.	36,4	23,9	37,6	22,0	27,8	72	4,3	0,0	209,5	254,5	315
Período	35,8	24,8	37,5	22,1	27,5	69	3,9	0,0	798,2	1026,4	1136

Dados obtidos na Estação Agroclimatológica da Fazenda Experimental Vale do Curu durante a condução do experimento, localizada no município de Pentecoste-CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), cujas coordenadas geográficas são: latitude 3° 47' S, longitude 39° 16' W Greenwich e altitude de 45 m.

A água utilizada na área experimental procede do Açude General Sampaio, a qual, de acordo com às diretrizes para se avaliar a qualidade da água de irrigação, similar às indicadas pela Universidade da Califórnia (UNIVERSITY OF CALIFÓRNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS, 1974), não apresenta nenhum risco de salinidade e não oferece problemas de infiltração (AYERS; WESTCOT, 1999), apresentando salinidade, expressa em condutividade elétrica, de $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e coveamento ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$), tendo sido aplicado adubo orgânico ($4,5 \text{ L.cova}^{-1}$ de esterco bovino). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas lâminas de irrigação 120, 100, 80, 60 e 40% da evaporação de água no tanque Classe “A” (ECA) aplicados entre a floração (60 dias após o transplante - DAT) e a colheita (126 DAT). Cada parcela continha uma área total de $11,52 \text{ m}^2$ com 16 plantas espaçadas de $1,2 \times 0,6 \text{ m}$. Considerou-se como área útil as quatro plantas das duas fileiras centrais, sendo que as plantas das extremidades tinham função de bordadura. As mudas de pimenteira, cv. Tabasco McIlhenny, foram produzidas e fornecidas por Empresa especializada em produção de mudas, e transplantadas no dia 04 de setembro de 2003, aos 35 dias após a semeadura.

A adubação no campo foi feita em cobertura aplicando-se manualmente ao redor da planta na profundidade de 15 cm e via foliar através de pulverizações. O fertilizante nitrogenado utilizado foi uréia (44% de N), sendo aplicado cerca de 36 g.pl^{-1} , dividida em 6 parceladas em intervalos de 15 dias (a partir do transplante), correspondendo a 220 kg.ha^{-1} de N. O fertilizante fosfatado utilizado foi o fosfato monoamônico ou mais conhecido como MAP (48% de P_2O_5 e 9% de N), sendo aplicado cerca de 24 g.pl^{-1} no momento do transplante, correspondendo a 160 kg.ha^{-1} de P_2O_5 e 30 kg.ha^{-1} de N. O fertilizante potássico utilizado foi o cloreto de potássio (60% de K_2O), sendo aplicado cerca de 18 g.pl^{-1} , dividido em duas parcelas no início da floração (60 DAT) e aos 90 DAT, correspondendo a 150 kg.ha^{-1} de K_2O . Via foliar foram realizadas três aplicações aos 45, 60 e 75 DAT de um produto com a formulação N 10%, P_2O_5 8%, K_2O 8%, Mg 0,5%, Ca 1%, S 2%, Zn 1%, B 0,5%, Fe 0,1%, Mo 0,1%, Cu 0,2% e Mn 0,5%, a base de 1 mL.L^{-1} de água, utilizando-se um volume total nas três aplicações de 66 L para uma área de $190,1 \text{ m}^2$.

A pimenta foi conduzida no campo sem tutoramento, tendo sido podada por duas vezes; a primeira aos 7 DAT, uma poda apical, quando a planta apresentava 10 cm de altura, possuindo de 8 a 10 folhas; a segunda aos 40 DAT, uma poda apical dos ramos secundários. As capinas foram realizadas a cada quinze dias, visando-se o controle de ervas daninhas e um

melhor aproveitamento da água pela cultura. Os tratamentos fitossanitários foram realizados periodicamente durante todo ciclo da cultura, iniciando-se aos 15 DAT, com intervalos de 15 dias, respeitando as carências dos produtos. Os princípios ativos dos agrotóxicos utilizados foram: Clorotalonil (Antracnose, Mancha-de-alternária, Mancha-de-estenfílio e Murcha-de-fitóftora), Thiocloprid (Mosca branca, Tripes, Pulgão, Cigarrinha verde) e Fenvalerate (Vaquinha e Traça).

Os componentes do sistema de irrigação localizada eram compostos por sucção: válvula de pé, tubo de sucção e curva de 1½” e nipe 1½” para 1”, conjunto motobomba (potência de 3CV); recalque: entrada para escova, tubo de recalque, curva e registro de 1” (controle de pressão), redução excêntrica 2” para 1”, tubo de PVC 50 mm, filtro e manômetro (aferrir pressão); tubulação principal de PVC 50 mm; tubulação lateral de 16 mm, cinco registros de ½” (controle do tempo de irrigação para cada tratamento) e gotejadores. As irrigações por gotejamento foram realizadas durante todo o ciclo da cultura, usando um gotejador autocompensante para cada planta. A vazão média dos emissores foi de 2,70 L.h⁻¹, o coeficiente de variação da vazão do sistema era de 5% para uma pressão de serviço de 190 kPa. As lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas com base na água evaporada no tanque Classe “A” (mm), com o tempo de irrigação (em hora) calculado conforme a vazão dos gotejadores e o volume de água (em litro) necessário. A frequência de irrigação foi diária. A lâmina de irrigação começou a ser diferenciada entre os tratamentos no início da floração (60 DAT) até a colheita (126 DAT). Antes disso, a lâmina aplicado foi de 60% (até 25 DAT) e 110% (de 25 até 60 DAT) da água evaporada no tanque Classe “A” para todas as parcelas.

A colheita foi efetuada aos 128 DAT, quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento produtivo e 15% dos frutos apresentavam coloração avermelhada. Essa colheita definitiva foi motivada pela ocorrência de um ataque severo de pássaros (Bem-te-vi e Sábida), sendo que as plantas foram retiradas do campo e levadas para o laboratório. Em seguida, foram pesadas com os frutos e depois os mesmos foram separados e também pesados. A matéria fresca da parte aérea (g.pl⁻¹) foi obtida pela diferença entre o peso total e o peso dos frutos por planta (g.pl⁻¹). A produtividade (t.ha⁻¹) foi estimada multiplicando-se a população de plantas.ha⁻¹ pela produção média de uma planta. O número de frutos por planta foi quantificado baseando-se na contagem de frutos de apenas uma das quatro plantas. O peso médio de frutos (mg) foi obtido pela razão entre o peso e o número de frutos avaliados. A eficiência do uso de água (kg.m⁻³) foi estimada pela razão entre a produtividade (kg.ha⁻¹) e o volume de água aplicado durante todo ciclo da cultura (m³.ha⁻¹).

As análises de variância e de regressão das características avaliadas foram realizadas através do software Sisvar (FERREIRA, 2000). Para o fator lâmina utilizou-se o teste de regressões com desdobramento dos graus de liberdade dos polinômios ortogonais. Os modelos de regressão testados foram: linear, quadrático e raiz-quadrática. Escolheu-se o modelo com base no significado biológico, na significância dos coeficientes de regressões até 5% de probabilidade, pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação.

4.3 Resultados e discussão

De acordo com a análise da variância (Tabela 5), verifica-se que não ocorreu efeito significativo ($p \leq 0,05$) das lâminas de irrigação sobre as características analisadas: peso da matéria fresca da parte aérea, número de frutos por planta e eficiência do uso de água. Mesmo assim, optou-se por uma análise descritiva dos dados experimentais, por se julgar que as diferenças obtidas possam ser relevantes em relação à produção, economia de água e valor comercial da pimenta. A análise descritiva dos dados foi baseada em gráficos das características, em função das lâminas crescentes de irrigação.

TABELA 5 - Valores de F para peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA), número de frutos por planta (NFP), peso médio de frutos (PMF), produtividade (PROD) e eficiência do uso de água (EF_{H_2O}), Pentecoste-CE, 2004.

Fonte de variação	GL	MFPA	NFP	PMF	PROD	EF_{H_2O}
Blocos	2	0,14 ^{ns}	0,30 ^{ns}	4,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Lâmina (ECA%)	4	0,74 ^{ns}	1,10 ^{ns}	6,27*	6,60*	0,55 ^{ns}
CV (%)		16,60	17,92	9,64	13,24	12,66
Regressão linear	1	2,38 ^{ns}	2,00 ^{ns}	20,19**	24,90**	0,04 ^{ns}
Desvio	3	0,20 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,63 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,72 ^{ns}
R ²				0,8052	0,9425	
Regressão raiz-quadrática	1	2,41 ^{ns}	1,97 ^{ns}	20,43**	24,66**	0,04 ^{ns}
Desvio	3	0,19 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,55 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,71 ^{ns}
R ²				0,8149	0,9336	

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

ns Não significativo.

O peso da matéria fresca da parte aérea (Figura 4) apresentou um comportamento variável dos dados, em função das lâminas crescentes de irrigação (40 a 120%) baseadas na evaporação do tanque Classe “A” (ECA). O maior valor absoluto foi de 1.730 g.planta⁻¹ com a lâmina de 100% da ECA e o valor médio para os tratamentos foi de 1.572 g.planta⁻¹. A amplitude de variação foi de 296 g.planta⁻¹, entre as lâminas de 40 e 100% da ECA, respectivamente, o menor e o maior valor observado da característica na variável. A justificativa de não haver significância pode ser explicado pelo fato dos tratamentos só terem sido aplicados no início da floração, quando as plantas pareciam estar todas homogêneas. Porém, vale ressaltar que, possivelmente após a fase vegetativa, as plantas da pimenteira não cessaram o crescimento, apenas o reduziram.

Nas Figuras 5 e 6, observa-se um comportamento variável dos dados, ao longo das lâminas crescentes de irrigação, apresentando uma tendência indefinida. Para a característica número de frutos por planta em função das lâminas crescentes de irrigação, 40 a 120% da ECA (Figura 5), o maior valor absoluto foi de 1.691 frutos.planta⁻¹ com a lâmina de 120% da

ECA e o valor médio entre os tratamentos foi de $1.466 \text{ frutos.planta}^{-1}$. A amplitude de variação foi de $414 \text{ frutos.planta}^{-1}$, entre as lâminas de 40 e 120% da ECA, respectivamente, o menor e maior valor observado da característica na variável. A não significância do número de frutos por planta de tomate foi evidenciada por Carrijo et al. (1983). Tais resultados podem ter várias explicações: estatística, onde o coeficiente de variação foi de 18%, o maior entre as variáveis estudadas, apresentando-se como um parâmetro intrínseco à cultura de pimenta, além da metodologia de amostragem.

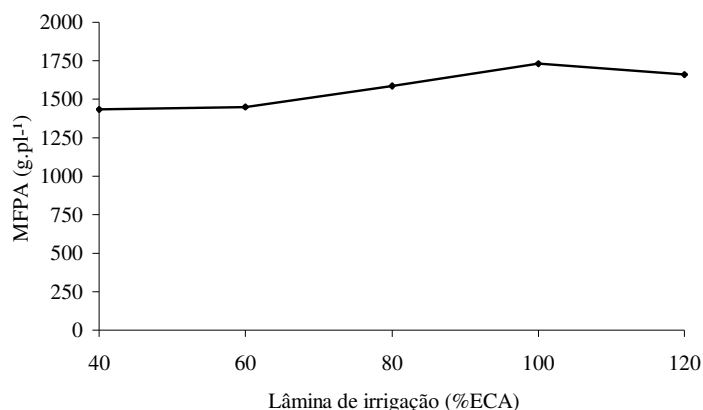


FIGURA 4 – Peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA) da planta de pimenta em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.

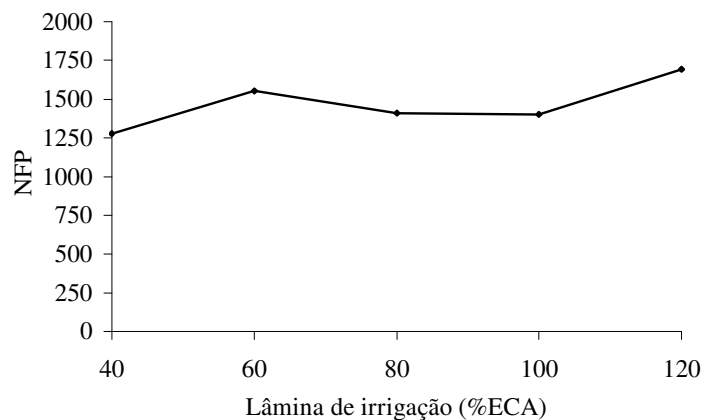


FIGURA 5 - Número de frutos por planta (NFP) em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.

Com relação à eficiência do uso de água em função das lâminas crescentes de irrigação, 40 a 120% da ECA (Figura 6), o maior valor absoluto foi de $1,85 \text{ kg.m}^{-3}$ de água, com a lâmina de 60% da ECA. Para Doorenbos & Kassam (2000) a eficiência do uso de água para o pimentão verde varia de $1,5$ a $3,0 \text{ kg.m}^{-3}$ de água.

O valor médio entre os tratamentos foi de $1,74 \text{ kg.m}^{-3}$ e a amplitude de variação de $0,24 \text{ kg.m}^{-3}$, entre as lâminas de 60 e 80% da ECA, respectivamente, o menor e maior valor observado da característica (EF_{H_2O}) na variável. Coelho et al. (1994) evidenciou maior produção de tomate por metro cúbico de água nas menores lâminas de irrigação. Esses resultados indicam que a diferença não significativa da característica analisada (Tabela 5) pode ter ocorrido em função do crescimento da produção, já que este ocorreu na mesma proporção do aumento da lâmina de irrigação.

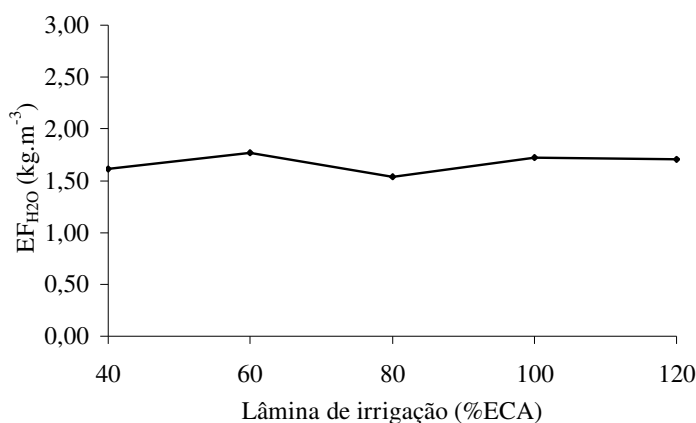


FIGURA 6 - Eficiência do uso de água (EF_{H_2O}) em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.

Ainda pela a análise da variância (Tabela 5), verifica-se que ocorreu efeito significativo ($p \leq 0,05$) das lâminas de irrigação sobre as características analisadas: peso médio de frutos e produtividade e que os modelos linear e raiz-quadrática podem explicar as tendências (Tabela 5).

Para o peso médio de frutos (Figura 7) em função de lâminas crescentes de irrigação, 40 a 120% da ECA, o comportamento dos dados foram crescentes e a tendência raiz-quadrática positiva. Para a característica produtividade (Figura 8), os dados tiveram comportamento crescente e tendência linear positiva. Verificou-se, respectivamente, que, em termos percentuais, os acréscimos das características analisadas foram de 38,4% e 64,7% e, em termos quantitativos, o aumento foi de $252 \text{ mg.fruto}^{-1}$ e $7,31 \text{ t.ha}^{-1}$ entre 40 e 120% da ECA. E, ainda, a cada unidade percentual da ECA aplicada ao solo, houve um ganho médio de produção na ordem de 90 kg.ha^{-2} . Por outro lado, Carrijo et al. (1983) e Coelho et al. (1994) obtiveram resultados diferentes do presente estudo, ou seja, as lâminas de irrigação estudadas por eles não influenciam significativamente as características do peso médio de frutos e da produtividade do tomateiro. Medeiros (1998) trabalhando com pimentão em

ambiente protegido, não constatou efeito da lâmina de irrigação (100 e 130% da ETC), na matéria seca da parte aérea e produtividade.

A disponibilidade restrita de água em função das menores lâminas pode ter ativado os mecanismos de defesa das plantas, fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, a diminuição na turgescência da planta, hipótese está considerada como a mais plausível para o baixo rendimento da pimenteira. Tais fatos reforçam a idéia de que a água é essencial para o rendimento da cultura de pimenta Tabasco e que ela responde positivamente às lâminas de irrigação mais elevadas havendo uma correlação.

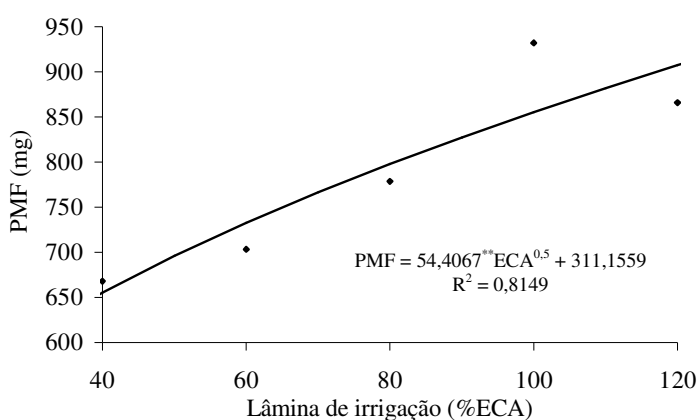


FIGURA 7 - Peso médio de fruto (PMF) em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.

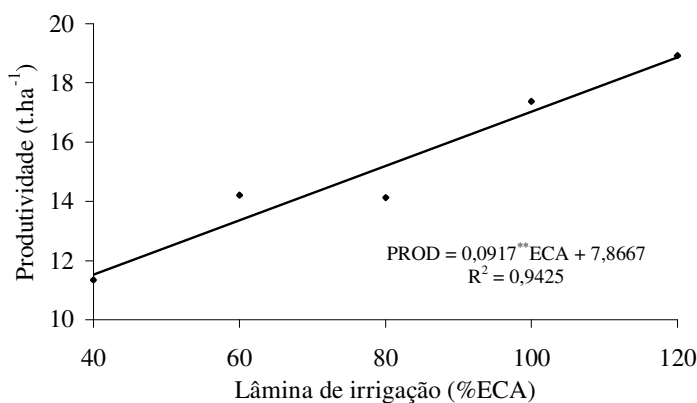


FIGURA 8 - Produtividade da pimenteira em função de diferentes lâminas de irrigação, Pentecoste-CE, 2004.

Verifica-se que a lâmina bruta total de irrigação no intervalo dos tratamentos 1 e 5 (Tabela 6) estão dentro da faixa de 600 a 1250 mm citada por Doorenbos & Kassam (2000) para o gênero *Capsicum*. Este fato pode ser mais uma explicação razoável para o comportamento crescente dos dados e das tendências verificadas nas características do peso médio de fruto (Figura 7) e produtividade da pimenteira (Figura 8). Vale salientar que a

lâmina excessiva não proporcionou redução no rendimento, possivelmente pelo fato do solo ter textura arenosa com alta capacidade de infiltração e acentuada drenabilidade, o que permite dentro de pouco tempo perder por percolação o excesso de água. Também, mesmo com a alta capacidade de drenagem, onde se aplica mais excesso, leva o solo a ficar por o tempo maior com umidade elevada, quando se compara com aplicações de lâminas menores.

TABELA 6 – Lâminas brutas de irrigação (LB) em função da ECA, Pentecoste-CE, 2004.

Trat.	Fases da cultura									Total	
	Inicial 0 a 25 DAT			Desenvolvimento 25 a 60 DAT			Floração e frutificação 60 a 126 DAT			0 a 126 DAT	
	ECA %	LB (mm)	V (m ³ .ha ⁻¹)	ECA %	LB (mm)	V (m ³ .ha ⁻¹)	ECA %	LB (mm)	V (m ³ .ha ⁻¹)	LB (mm)	V (m ³ .ha ⁻¹)
L ₁	60	119	1190	110	333	3330	40	222	2220	674	6740
L ₂	60	119	1190	110	333	3330	60	313	3130	765	7650
L ₃	60	119	1190	110	333	3330	80	421	4210	873	8730
L ₄	60	119	1190	110	333	3330	100	517	5170	969	9690
L ₅	60	119	1190	110	333	3330	120	628	6280	1080	10800

4.4 Conclusões

A lâmina de irrigação de 120% da evaporação do tanque Classe “A” afetou fortemente o rendimento da pimenteira, obtendo-se uma produtividade de 18,9 t.ha⁻¹.

4.5 Referências bibliográficas

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; KLAR, A. E. Produtividade de alface em função do potencial matricial de água no solo e níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v.14, n.1, p.27-31, 2003.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Revisado).

CARRIJO, O. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; OLITTA, A. F. L.; FONTES, R. R. de; REIS, N. B. B. dos; VECCHIA, P. T. D. Comparação entre os sistemas de irrigação por gotejamento e sulcos de infiltração e fertilização com N e K no tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, n.1, p.41-44, 1983.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. de O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. H. R. Gheyi, A. A. de Sousa, F. A. V. Damasceno e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, **Dados climatológicos**: Estação de Pentecoste, 2000. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, UFC, 2001. 14p. (Embrapa Agroindústria Tropical: Boletim Agrometeorológico, 26).

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66p.

FERREIRA, L. G. R.; COSTA, J. O.; ALBUQUERQUE, I. M. de. Estresse hídrico nas fases vegetativa e reprodutiva de duas cultivares de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.1049-1055, 1991.

HAMADA, E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.9, p.1201-1209, 1995.

KLAR, A. E.; JADOSKI, S. O. Efeitos da irrigação e da cobertura do solo por polietileno preto sobre as características morfológicas do pimentão. **Irriga**, Botucatu, v.7, n.3, p.154-167, 2002.

LIMA, G. P. B.; AGUIAR, J. V. de; COSTA, R. N. T.; PAZ, V. P. S. Rendimento de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* L Walp.) submetidas a diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.4, n.3, p.205-212, 1999.

MEDEIROS, J. F. de. **Manejo de água de irrigação salina em estufa cultivado com pimentão**. 1998. 152f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

SILVA, E. C. da; SOUZA, R. J. de. **Cultura da pimenta**. Lavras: UFLA, 1999. 18p. (Boletim Técnico, 68).

VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. **Irrigação localizada**. Trad. H. R. Gheyi, F. A. V. Damasceno, L. G. A. Silva Jr., e J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1997. 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36).

5 RENDIMENTO DA PIMENTEIRA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO DO CAPÍTULO

Com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio no rendimento da cultura da pimenta cv. Tabasco McIlhenny, foi desenvolvido um experimento na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, localizada no município de Pentecoste-CE, durante o período de setembro de 2003 a janeiro de 2004. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas por doses crescentes de nitrogênio (0; 75; 150; 225; 300; 375 e 450 kg.ha⁻¹). As características avaliadas foram: peso da matéria fresca da parte aérea, número de frutos por planta, peso médio de frutos e produtividade. As doses crescentes de N proporcionaram, em média, aumento em todas características avaliadas, exceto para o peso médio de frutos. A dose de nitrogênio de 450 kg.ha⁻¹ proporcionou maior produtividade (16,5 t.ha⁻¹).

Palavras-chave: *Capsicum frutescens*, adubação nitrogenada, Tabasco.

HOT PEPPER YIELD AS AFFECTED BY DIFFERENT OF NITROGEN

ABSTRACT CHAPTER

An experiment was carried out at the Universidade Federal do Ceará – UFC, Pentecoste-CE county, during the period of September 2003 to January 2004, in order to evaluate the effect of different amounts of nitrogen on yield of hot pepper crop cv. Tabasco McIlhenny. It was utilized a complete block design with three replication. Different amounts of nitrogen (0; 75; 150; 225; 300; 375 e 450 kg.ha⁻¹) were applied to the plots. The evaluation was made based on the fresh shoot matter weight, the number of fruits per plant, the fruits average weight and the yield. All the characteristics evaluated increased with all rates of nitrogen applied, except for the fruits average weight. The highest yield (16,5 t.ha⁻¹) was obtained with the nitrogen rate of 450 kg.ha⁻¹.

Keywords: *Capsicum frutescens* L., nitrogen fertilizacion, Tabasco.

5.1 Introdução

A importância das pimentas é atribuída às suas propriedades melhoradas de sabor, aroma e cor dos alimentos. Além disso, pode-se destacar o teor vitamínico das pimentas malaguetas verde e vermelha que apresentam valores de 10.500 e 11.000 UI de vitamina A, respectivamente, próximo ao teor de 13.000 UI encontrado na cenoura, considerada uma das melhores fontes desta vitamina (SILVA; SOUZA, 1999). Segundo esses autores, os teores de vitamina C total variam entre as espécies de pimenta, de 160 a 245 mg/100 g, valores estes comparáveis ao da goiaba (200 mg/100 g) e superiores ao da laranja (60 mg/100 g), mas quanto a composição mineral, os teores de cálcio (18 mg/100 g), ferro (1,2 mg/100 g) e fósforo (46 mg/100 g) são bem inferiores aos de outras hortaliças.

O N é o nutriente mais exigido pelas plantas, sendo que o fertilizante nitrogenado é o mais consumido no mundo, apesar de no Brasil os adubos mais consumidos serem os fosfatados e os potássicos (AQUINO, 2000). Com isso, pode-se prever uma importância crescente do N na agricultura brasileira (RAIJ, 1991). Para esse autor, à medida que a agricultura se intensifica e as produtividades aumentam, o consumo do nutriente deverá aumentar, como já vem acontecendo para várias culturas e regiões do país.

Para Reichardt et al. (1979), a importância da adubação nitrogenada decorre dos altos custos do fertilizante e também do fato de o N está sujeito a elevadas perdas por lixiviação e volatilização. Conforme esses autores, o aproveitamento do N por uma cultura pode ser sensivelmente afetado pela dinâmica da água no solo. Sendo assim, o N pode ser mais eficientemente utilizado através de aplicações parceladas, para sincronizar com os períodos de maior demanda e minimizar os processos de perdas (SCHUCH; MUNDSTOCK, 1994).

O N é um elemento essencial às plantas, e sua carência é observada em quase todos os solos, constituindo critério de identificação da deficiência no aparecimento de uma clorose generalizada das folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas, o que está relacionado com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila (CARVALHO et al., 2003). Levando-se em conta os processos fisiológicos das plantas, o N, comparado aos outros nutrientes, tem maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção de elementos, sendo, portanto, mais importante em termos de controle da nutrição ótima das culturas (HUETT; DETTMANN, 1988). Para esses autores, sob condições de campo, a nutrição ótima da cultura do tomate pode ser alcançada quando a quantidade aplicada de fertilizantes nitrogenados é igual à alta demanda que ocorre no período de crescimento dos frutos.

A resposta do rendimento das culturas em relação ao N tem sido abordada em várias pesquisas, haja vista a grande diversidade existente de espécies vegetais. No tomateiro, a elevação do nível de N fornecido às plantas aumenta a matéria seca da parte aérea e a produtividade (FERREIRA et al., 2003). No pimentão, em condições de campo, doses de até 224 kg.ha⁻¹ de N estiveram relacionadas com a alta produção de matéria seca e a produtividade (LOCASCIO et al., 1985). Em ambiente protegido, doses de até 266 kg.ha⁻¹ de N na cultura do pimentão, foram responsáveis pelo aumento na quantidade de nutrientes no caule, folhas e parte aérea, ao final do ciclo. Entretanto, Silva et al. (2001) verificaram que a produção de frutos de pimentão não foi influenciada pela aplicação de N (133, 266 e 399 kg.ha⁻¹). Esse fato pode ser explicado pelo teor alto de N mineral (N-NO₃⁻) no solo por ocasião do plantio. Ferreira et al. (2003) verificaram que a disponibilidade de N para as plantas depende da taxa de mineralização da matéria orgânica, que vai depender da quantidade de N imobilizado disponível na mesma, da temperatura, da umidade, do pH e da aeração do solo, além das perdas do N por lixiviação e da relação C/N do material.

O N é um dos elementos essenciais para o desenvolvimento e produção das plantas. Não há, entretanto, um consenso a respeito da dosagem ótima de adubação nitrogenada para se obter o máximo rendimento da cultura de pimenta. Aparentemente, a resposta da pimenteira à diferentes doses de N depende da cultivar e das condições ambientais. Assim, na literatura são citadas doses que variam de 90 a 200 kg.ha⁻¹ de N para os estados de São Paulo, Minas Gerais e para o Distrito Federal (EMBRAPA, 2003). No estado do Ceará, os produtores estão utilizando doses de até 250 kg.ha⁻¹ de N. Sousa (1998), trabalhando com melhoramento de pimentas da espécie *Capsicum chinense*, utilizou 335 kg.ha⁻¹ de N.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses crescentes de N no rendimento da cultura da pimenta (*Capsicum frutescens* L.) cv. Tabasco McIlhenny, nas condições edafoclimáticas de Pentecoste-CE.

5.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará – UFC, no período de setembro de 2003 a janeiro de 2004, em solo classificado como Neossolo Flúvico, segundo a classificação da EMBRAPA (1999). A análise de fertilidade do solo (0-20 cm) revelou os seguintes resultados: pH = 6,9; Ca = 3,8 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,5 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c.dm⁻³; Na = 16 mg.dm⁻³; P = 102 mg.dm⁻³ e K = 292 mg.dm⁻³ e de (20-40 cm): pH = 7,2; Ca = 3,5 cmol_c.dm⁻³; Mg = 3,0 cmol_c.dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c.dm⁻³; Na = 48 mg.dm⁻³; P = 146 mg.dm⁻³ e K = 211 mg.dm⁻³. A análise físico-hídrica do solo está apresentada na Tabela 7.

TABELA 7 - Dados físico-hídricos do solo da área do experimento, Pentecoste-CE, 2004.

Profundidade (cm)	Composição Granulométrica (g.kg ⁻¹)					Clas. Text.	GF (g.100g ⁻¹)	Densidade		Umidade (g.kg ⁻¹)		Água Útil (g.kg ⁻¹)
	AG	AF	S	A	AN			Solo	Part.	1/3atm	15atm	
0-60	100	620	190	90	40	FA	53	1,31	2,74	133,9	51,8	82,1
60-100	160	660	130	70	50	AF ¹	30	1,31	2,75	97,1	37,7	59,5

AG – Areia grossa; AF – Areia fina; S – Silte; A – Argila; AN – Argila natural; CT – Classe textural; GF – Grau de floculação; FA – Franco arenoso; AF¹ - Areia franca.

O município de Pentecoste está situado a 3° 47' 34'' de latitude sul e a 39° 16' 13'' de longitude oeste de Greenwich e altitude 60 m. O clima da região, segundo a classificação de Thornthwaite, é semi-árido e, de acordo com Köppen é BSw^h, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio, com temperatura média de 27,1°C, umidade relativa do ar 74% e precipitação anual de 800,9 mm (EMBRAPA, 2001). Os dados meteorológicos locais, obtidos durante a condução do experimento, são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 - Médias mensais da temperatura do ar, da umidade relativa do ar, da nebulosidade e totais mensais da precipitação, da evaporação de Piche e do tanque Classe “A” e da insolação, Pentecoste-CE, 2004.

Meses	Temperatura do ar (°C)					Umid. Relativa (%)	Neb. (h)	Prec. (mm)	Evap. Piche (mm)	Evap. Classe “A” (mm)	Insol (h)
	Média Máx.	Média Mín.	Máx. Absol.	Mín. Absol.	Média						
Set.	34,4	22,2	36,2	23,2	26,5	71	3,2	0,0	170,5	243,8	290
Out.	36,7	23,4	37,8	22,0	27,1	69	3,7	0,0	209,5	269,7	219
Nov.	35,6	29,6	38,4	21,2	28,6	65	4,3	0,0	208,7	258,4	312
Dez.	36,4	23,9	37,6	22,0	27,8	72	4,3	0,0	209,5	254,5	315
Período	35,8	24,8	37,5	22,1	27,5	69	3,9	0,0	798,2	1026,4	1136

Dados obtidos na Estação Agroclimatológica da Fazenda Experimental Vale do Curu durante a condução do experimento, localizada no município de Pentecoste-CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), cujas coordenadas geográficas são: latitude 3° 47' S, longitude 39° 16' W Greenwich e altitude de 45 m.

A água utilizada na área experimental procede do Açude General Sampaio, a qual, de acordo com às diretrizes para se avaliar a qualidade da água de irrigação, similar às indicadas pela Universidade da Califórnia (UNIVERSITY OF CALIFÓRNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS, 1974), não apresenta nenhum risco de salinidade e não oferece problemas de infiltração (AYERS; WESTCOT, 1999), apresentando salinidade, expressa em condutividade elétrica, de $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

O preparo do solo constou de aração, gradagem e coveamento ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$), tendo sido aplicado adubo orgânico ($4,5 \text{ L.cova}^{-1}$ de esterco bovino). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas pelas doses de N 0, 75, 150, 225, 300, 375 e 450 kg.ha^{-1} . Cada parcela continha uma área total de $11,52 \text{ m}^2$ com 16 plantas espaçadas de $1,2 \times 0,6 \text{ m}$. Considerou-se como área útil as quatro plantas das duas fileiras centrais, sendo que as plantas das extremidades tinham função de bordadura. As mudas de pimenteira, cv. Tabasco McIlhenny, foram produzidas e fornecidas por Empresa especializada em produção de mudas, e transplantadas no dia 04 de setembro de 2003, aos 35 dias após a semeadura.

A adubação no campo foi feita em cobertura aplicando-se manualmente ao redor da planta na profundidade de 15 cm. O fertilizante nitrogenado utilizado foi à uréia (45% de N), sendo aplicado conforme o tratamento cerca de 0, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 g.pl^{-1} , dividida em 6 parceladas em intervalos de 15 dias (a partir do transplante). O fertilizante fosfatado utilizado foi o superfosfato simples (17% de P_2O_5 , 19% de Ca e 12% de S), sendo aplicado cerca de 68 g.pl^{-1} no momento do transplante, correspondendo a 160 kg.ha^{-1} de P_2O_5 , 180 kg.ha^{-1} de Ca e 113 kg.ha^{-1} de S. O fertilizante potássico utilizado foi o cloreto de potássio (60% de K_2O), sendo aplicado cerca de 18 g.pl^{-1} , dividido em duas parcelas no início da floração (60 dias após o transplante - DAT) e aos 90 DAT, correspondendo a 150 kg.ha^{-1} de K_2O . O fertilizante com micronutriente utilizado foi o FTE BR-12 (B 1,0%, Cu 1,0%, Fe 2,0%, Mn 2,0%, Mo 0,1%, Zn 3,0% e Co 0,1%), sendo aplicado cerca de 20 g.pl^{-1} , 30 dias após o transplante, correspondendo respectivamente a 2,80, 2,80, 5,60, 5,60, 0,28, 8,40 e $0,28 \text{ kg.ha}^{-1}$.

A pimenta foi conduzida no campo sem tutoramento, tendo sido podada por duas vezes; a primeira aos 7 DAT, uma poda apical, quando a planta apresentava 10 cm de altura, possuindo de 8 a 10 folhas; a segunda aos 40 DAT, uma poda apical dos ramos secundários. As capinas foram realizadas a cada quinze dias, visando-se o controle de ervas daninhas e um melhor aproveitamento da água pela cultura. Os tratos fitossanitários foram realizados periodicamente durante todo ciclo da cultura, iniciando-se aos 15 DAT, com intervalos de 15

dias, respeitando as carências dos produtos. Os princípios ativos dos agrotóxicos utilizados foram: Clorotalonil (Antracnose, Mancha-de-alternária, Mancha-de-estenfílio e Murcha-de-fitóftora), Thiocloprid (Mosca branca, Tripes, Pulgão, Cigarrinha verde) e Fenvalerate (Vaquinha e Traça).

As irrigações por gotejamento foram realizadas durante todo o ciclo da cultura, usando um gotejador autocompensante para cada planta. A vazão média dos emissores foi de $2,55 \text{ L.h}^{-1}$, o coeficiente de variação da vazão do sistema era de 5% para uma pressão de serviço de 190 kPa. As lâminas de irrigação aplicadas foram de 65% (até 20 DAT), 100% (de 20 até 64 DAT) e 120% (de 64 até 124 DAT) da água evaporada no tanque Classe “A” (mm) para todas parcelas. O tempo de irrigação (em hora) calculado conforme a vazão dos gotejadores e o volume de água (em litro) necessário. A frequência de irrigação foi diária.

A colheita foi efetuada aos 126 DAT, quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento produtivo e 15% dos frutos apresentavam coloração avermelhada. Essa colheita definitiva foi motivada pela ocorrência de um ataque severo de pássaros (Bem-te-vi e Sábida), sendo que as plantas foram retiradas do campo e levadas para o laboratório. Em seguida, foram pesadas com os frutos e depois os mesmos foram separados e também pesados. A matéria fresca da parte aérea (g.pl^{-1}) foi obtida pela diferença entre o peso total e o peso dos frutos por planta (g.pl^{-1}). A produtividade (t.ha^{-1}) foi estimada multiplicando-se a população de plantas. ha^{-1} pela produção média de uma planta. O número de frutos por planta foi quantificado baseando-se na contagem de frutos de apenas uma das quatro plantas. O peso médio de frutos (mg) foi obtido pela razão entre o peso e o número de frutos avaliados.

As análises de variância e de regressão das características avaliadas foram realizadas através do software Sisvar (FERREIRA, 2000). Para o fator lâmina utilizou-se o teste de regressões com desdobramento dos graus de liberdade dos polinômios ortogonais. Os modelos de regressão testados foram: linear, quadrático e raiz-quadrática. Escolheu-se o modelo com base no significado biológico, na significância dos coeficientes de regressões até 5% de probabilidade, pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação.

5.3 Resultados e discussão

De acordo com a análise da variância (Tabela 9), verifica-se que ocorreu efeito significativo ($p \leq 0,05$) das doses de N sobre as características analisadas, exceto para o peso médio de frutos, que apresentou valor médio entre os tratamentos de 831 mg e uma amplitude de variação de apenas 102 mg entre as doses de 0 e 75 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente, o menor e o maior valor observado da característica (Figura 9). Esse comportamento indica que o N não influenciou no peso médio de frutos, e que, possivelmente, o fator genético da espécie tenha sido o fator determinante.

TABELA 9 - Valores de F para peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA), número de frutos por planta (NFP), peso médio de frutos (PMF) e produtividade (PROD), Pentecoste-CE, 2004.

Fonte de variação	GL	MFPA	NFP	PMF	PROD
Blocos	2	0,32 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,89 ^{ns}	1,24 ^{ns}
Adubação (A)	6	2,62 ^{ns}	6,00 ^{**}	0,55 ^{ns}	3,59 [*]
CV (%)		27,01	14,66	10,23	18,22
Regressão linear	1	13,50 ^{**}	23,32 ^{**}	0,11 ^{ns}	18,11 ^{**}
Desvio	5	0,44 ^{ns}	2,54 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,68 ^{ns}
R ²		0,8600	0,6474		0,8419
Regressão raiz-quadrática	1	15,19 ^{**}	30,42 ^{**}	0,35 ^{ns}	20,11 ^{**}
Desvio	5	0,10 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,28 ^{ns}
R ²		0,9680	0,8445		0,9346

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

ns Não significativo.

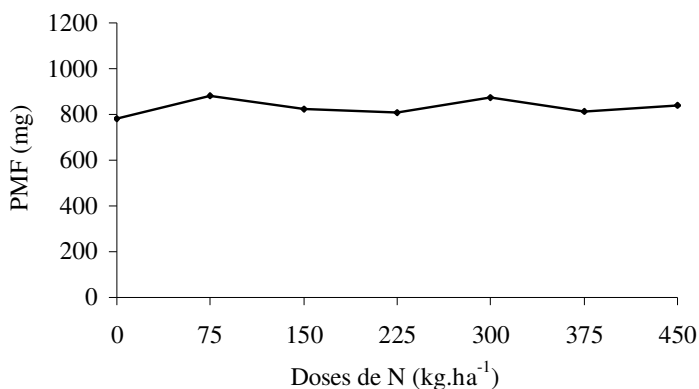


FIGURA 9 - Peso médio de frutos (PMF) em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.

As doses crescentes de N influenciaram significativamente o peso da matéria fresca da parte aérea, o número de frutos por planta e a produtividade. Estes resultados indicaram diferentes respostas ($p \leq 0,05$): linear e raiz-quadrática (Tabela 9).

O peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA) aumentou em função das doses crescentes, 0 a 450 kg.ha⁻¹, de N (Figura 10), representando, em termos percentuais, um

acréscimo de 133,2%, ou seja, um incremento de 816 g.planta⁻¹. De modo que, estes valores podem ser importantes para o rendimento da cultura da pimenta Tabasco, pois a parte aérea da planta é responsável pela interceptação e assimilação da radiação solar, proporcionando à planta o aumento da capacidade fotossintética. Fereres (1995) observou que a produção das culturas, dependem de três processos: a interceptação da radiação solar incidente pelos órgãos fotossintéticos da planta, a conversão da energia nas ligações químicas dos produtos fotossintetizados e a translocação dos mesmos nos distintos órgãos da planta. Para Silva et al. (2001) o N favorece o acúmulo de nutrientes, porque aumenta a produção de biomassa do pimentão, uma vez que estimula o crescimento vegetativo. Porém esses autores verificaram que a produção de frutos de pimentão não esteve relacionada com maior o acúmulo de nutrientes.

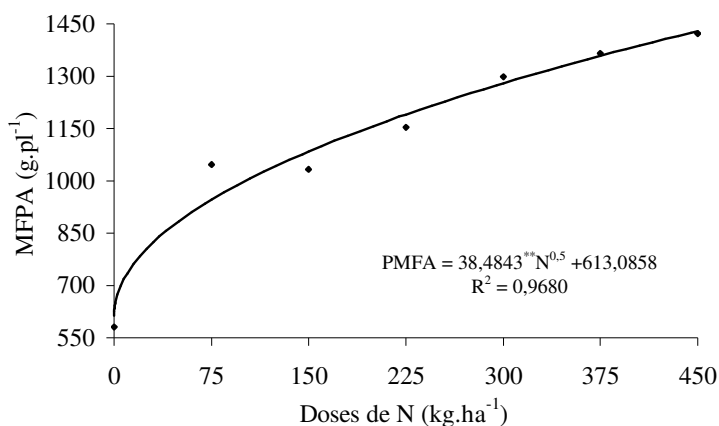


FIGURA 10 - Peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA) em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.

Para o número de frutos por planta (NFP) e a produtividade (PROD) (Figuras 11 e 12) em função de doses crescentes, 0 a 450kg.ha⁻¹, de N, o comportamento foi semelhante à característica peso da matéria fresca da parte aérea. Verificou-se, respectivamente, que em termos percentuais, os acréscimos das características analisadas foram de 85,6% e 86,8%, e em termos quantitativos o aumento foi de 670 frutos.planta⁻¹ e 7,66 t.ha⁻¹. Tais fatos reforçam a idéia de que o N é essencial para o rendimento da cultura de pimenta Tabasco e que ela é bastante exigente, respondendo positivamente às altas doses. Ferreira et al. (2003) trabalhando em Viçosa-MG, constataram que a produtividade do tomateiro foi influenciada pelas doses de N, nos dois níveis de matéria orgânica (0 e 8 t.ha⁻¹) e nas duas épocas de cultivo (primavera-verão e outono-primavera), sendo que a maior produtividade (108,74 t.ha⁻¹) foi obtida com a dose de 589,6 t.ha⁻¹ de N, com a adição de matéria orgânica e na época do outono-primavera.

Existe, também, possibilidade do N ter influenciado na assimilação de outros nutrientes essenciais, já que estes, conforme a análise química do solo encontravam-se em abundância no solo, possivelmente de forma balanceada e disponível à planta, além dos nutrientes aplicados com as adubações de fundação e cobertura. Lopes (1998) afirma que quando aplicado com N, o fósforo se torna mais disponível para as plantas do que quando aplicado sem N. E, ainda, o N aumenta diretamente o teor de proteínas nas plantas. Teores adequados de potássio e fósforo aumentam a capacidade das plantas de utilizar altas doses de N para produzir mais a verdadeira proteína e melhorar a qualidade do produto (LOPES, 1998).

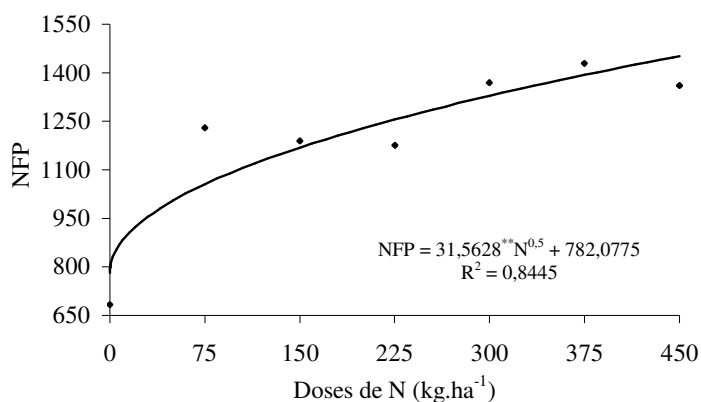


FIGURA 11 - Número de frutos por planta (NFP) em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.

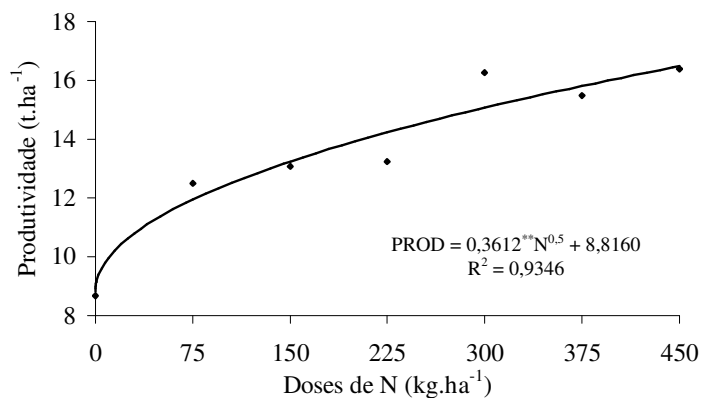


FIGURA 12 - Produtividade da cultura da pimenta em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004.

A análise econômica em função das doses crescente de N (Figura 13), com base na receita líquida, demonstrou que todas as doses de N, apresentaram valores positivos, evidenciando a viabilidade econômica do N na cultura da pimenta. Também, a exemplo do ocorrido para o peso da matéria fresca da parte aérea, o número de frutos por planta e a

produtividade da cultura da pimenta, o valor bruto da produção, o custo da produção e a receita líquida apresentaram comportamento semelhante com o incremento das doses de N empregadas. Verifica-se que o incremento da receita líquida em porcentagem decresce à medida que se aumenta às doses de N. O incremento de 75 kg.ha⁻¹ de N, passando de 150 para 225 kg.ha⁻¹ de N, produziu cerca de um décimo (14%) do retorno líquido dos 75 kg.ha⁻¹ de N iniciais (134%) (Figura 13). Segundo Lopes (1998), o ponto-chave para incrementos adicionais de fertilizantes não é se o último incremento produziu um retorno tão grande como o precedente, mas se o retorno foi maior que o custo, e ainda, o produtor deve avaliar os riscos: qual seria a margem em comparação ao potencial de queda da produção ou menor preço do produto que ele está disposto a enfrentar.

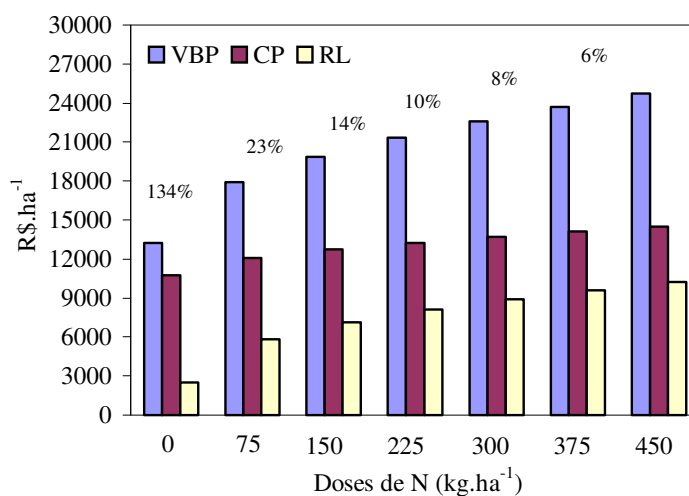


FIGURA 13 - Valor bruto da produção (VBP), custo da produção (CP) e receita líquida (RL) da cultura da pimenta em função de diferentes doses de N, Pentecoste-CE, 2004. Percentual da RL em relação à dose anterior de N.

5.4 Conclusões

Doses crescentes de N aumentam o acúmulo de fitomassa, o número de frutos por planta, o rendimento ($16,5t.ha^{-1}$) e a receita líquida da cultura da pimenta.

5.5 Referências bibliográficas

AQUINO, B. F. de. **Conceitos fundamentais em fertilidade do solo**. Fortaleza: UFC. 2000. 182p. (Material Didático).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Revisado).

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

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, **Dados climatológicos**: Estação de Pentecoste, 2000. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, UFC, 2001. 14p. (Embrapa Agroindústria Tropical: Boletim Agrometeorológico, 26).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Capsicum**: pimenta e pimentões no Brasil. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/capsicum/cultivo.htm>>. Acesso em: 23 set. 2003.

FERERES, C. E. Productividad de los sistemas de cultivo en invernadero. In: SIMPOSIUM IBEROAMERICANO SOBRE APLICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS EN LAS TECNOLOGÍAS AGRARIAS. Almeria **Actas...** Almeria: FIAPA/CEPLA, 1995. p.276-287.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66p.

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

HUETT, D. O.; DETTMANN, E. B. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.28, n.3, p.391-399, 1988.

LOCASCIO, S. J.; FISKELL, J. G. A.; GRAETZ, P. A.; HAUCK, R. D. Nitrogen accumulation by pepper as influenced by mulch and time fertilizer application. **Journal American Society for Horticultural Science**, New York, v.110, p.315-318, 1985.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Trad. e Adap. do original: Soil fertility manual. Potsh & Phosphate Institute, 1978. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1991. cap.9, p.163-179.

REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L.; VICTÓRIA, R. L.; VIEGAS, G. P. Dinâmica do nitrogênio num solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.3, p.17-20, 1979.

SCHUCH, L. A. B.; MUNDSTOCK, C. M. Resposta do girassol a doses e ao parcelamento da aplicação do nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.381-387, março, 1994.

SILVA, E. C. da; SOUZA, R. J. de. **Cultura da pimenta**. Lavras: UFLA, 1999. 18p. (Boletim Técnico, 68).

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; FERNANDES, H. G.; GRANJA, F. A.; SCIVITTARO, W. B. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.25, p.913-922, 2001.

SOUSA, J. A. de. **Estimação de parâmetros genéticos em um dialelo de pimenta (Capsicum chinense Jacq.)**. 1998. 91f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.