

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
v.1, n. único, p.73-80, out.-dez., 2006
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br
Protocolo 24 - 06/12/2006

Priscila A. de Lima²

Abelardo A. de A. Montenegro³

Mario de A. Lira Jr.⁴

Francisco X. dos Santos³

Elvira M. R. Pedrosa⁴

Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão¹

RESUMO

A cultura do pimentão é de grande importância para o Brasil, sobretudo em escala de agricultura familiar e em regiões semi-áridas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.), submetido a diferentes freqüências de irrigação, de cobertura morta e de lâminas de irrigação com água de salinidade 1,2 dS m⁻¹, em Neossolo Flúvico do semi-árido nordestino. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em colunas de PVC, delineado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com duas lâminas de irrigação (0,80 e 1,20 ETC), duas freqüências (1 dia e 2 dias) e duas doses de cobertura morta de palhada de milho (0 e 1000 kg ha⁻¹). A adoção de lâmina correspondente a 80% da evapotranspiração de cultura e com cobertura morta, associada à irrigação diária, permitiu a obtenção de frutos de massa significativamente maior que nos tratamentos com lâminas de lixiviação, e sem promover aumento significativo da salinidade do solo ao final do ciclo. O tratamento com lâmina de 80% da ETC com cobertura e com freqüência de 2 dias de irrigação, produziu plantas de maior altura; tais resultados são particularmente relevantes para áreas sujeitas a déficit hídrico.

Palavras-chave: salinidade, fração de lixiviação, irrigação deficitária, *Capsicum annuum* L.

Irrigation management effect on greenpepper production using moderately saline water

ABSTRACT

Greenpepper is of great importance for Brazil, particularly in communal farms and in the semi-arid region. The objective of this work was to evaluate the greenpepper production under different conditions of irrigation frequency, soil cover and irrigation depths, using water with electrical conductivity of 1.2 dS m⁻¹ in Fluvic Neossol from the semi-arid northeast. The research was carried out in a greenhouse, in PVC columns, using completely randomized block design, in a 2 x 2 x 2 factorial, with two irrigation depths (0.80 and 1.20 ETC), two irrigation frequencies (1 and 2 days), and two soil cover densities with corn residues (0 and 1000 kg ha⁻¹). The irrigation depth of 80% of crop evapotranspiration, associated to soil cover and daily irrigation, produced fruits significantly heavier than the treatments adopting leaching depths, and without producing significant increase in the soil salinity at the end of the cropping period. The treatment with depth of 80% ETC, using soil cover, and adopting irrigation frequency of 2 days, produced plants taller than the other ones. Such results are promising, particularly for areas subject to water deficits.

Key words: salinity, leaching fraction, deficit irrigation, *Capsicum annuum* L.

² UFRPE. priscilaea@hotmail.com

³ Prof. Adjunto, Dept^o de Tecnologia Rural, UFRPE, monte@hotlink.com.br,

franciscoxaviersantos@hotmail.com,

⁴ Dept^o de Agronomia, UFRPE, pedrosa@pesquisador.cnpq.br

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada na UFRPE.

INTRODUÇÃO

O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além de trazer problemas como o efeito de íons tóxicos específicos sobre a fisiologia vegetal, a ponto de afetar o rendimento da cultura e a qualidade da produção (Dias et al., 2003). Franco et al. (1999) relatam que processos fisiológicos, como germinação, crescimento e desenvolvimento foliar, acúmulo de fitomassa, tamanho e maturação do fruto, são afetados diretamente tanto pelo *déficit* hídrico quanto pela concentração de sais na água de irrigação interferindo, conseqüentemente, em todo o ciclo da cultura.

A região semi-árida nordestina, embora possua potencial para agricultura, apresenta um regime irregular de chuvas e elevada taxa de evaporação, com águas via de regra apresentando salinidade elevada. O desenvolvimento da irrigação nessas áreas, particularmente da agricultura familiar, em geral carente de suporte técnico e grau de capacitação, está associado a um elevado risco de salinização comprometido, muitas vezes, as reservas hídricas disponíveis. Deste modo, alternativas de manejo que atenuem a evaporação da água do solo e que reduzam as lâminas totais aplicadas durante o cultivo, são desejáveis. Dentre tais alternativas, as mais promissoras no semi-árido, são: a irrigação deficitária, a adoção de cobertura morta e a otimização do turno de rega.

Segundo Montenegro et al. (2001), a agricultura irrigada praticada sobre solos aluviais no semi-árido nordestino tem garantido o sustento de inúmeras famílias, a exemplo do que ocorre na bacia onde se localiza o Assentamento da Fazenda N. S. do Rosário, em que a olericultura de caráter familiar é largamente adotada. Entre as culturas exploradas, a do pimentão merece destaque por sua aceitação mercadológica local e extensão em área cultivada.

Trabalhos conduzidos sob condição de cultivo protegido, visando avaliar o comportamento diferencial em relação à condição de campo, têm-se intensificado; destacam-se, dentre eles, os que contemplam as hortaliças, podendo-se mencionar os trabalhos de Santana et al. (2004) e Blanco & Folegatti (2002). O manejo de irrigação inadequado, com águas de qualidade inferior, pode levar à redução de produtividade. Segundo Ayers & Westcot (1999), o pimentão apresenta limiar de salinidade da água de irrigação de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, a partir do qual o rendimento potencial não mais é atingido, ocasionando decréscimo na produtividade. Segundo Maas & Hoffman (1977), cada unidade de incremento na salinidade do extrato de saturação além da limiar reduz a produtividade do pimentão em 14%.

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma dicotiledônea pertencente à família da *Solanaceae*. O sistema radicular pode atingir até 100 cm de profundidade mas normalmente fica em torno dos 30 cm; o caule é pubescente, cuja altura varia de 40-100 cm para plantio no campo e de 75-150 cm em cultivo protegido. Neste último, é necessária a utilização do tutoramento, visto que os caules são relativamente frágeis (Gotto & Tivelli, 1998).

No Brasil, o pimentão se apresenta como uma das dez mais importantes hortaliças cultivadas, sendo consumido na for-

ma imatura ou madura ou, ainda, utilizado na indústria alimentícia e/ou na produção de pigmentos (Souza & Nannetti, 1998).

Segundo Gil (1987), o pimentão é bastante susceptível a deficiências hídricas, resultando em um crescimento reduzido e desuniformidade dos frutos. Pode-se constatar que a suplementação de água por meio da irrigação na cultura do pimentão, constitui-se em um fator de aumento de produtividade e diminuição de riscos, influenciando na qualidade e quantidade do fruto.

A cobertura morta tem sido amplamente utilizada, não só para promover a minimização das perdas de água por evapotranspiração mas, também, como condicionadora das propriedades físicas do solo. Medeiros et al. (2002) avaliaram a tolerância do pimentão à salinidade em ambiente protegido, tendo-se estimado a tolerância limiar no extrato de saturação em $1,81 \text{ dS m}^{-1}$, e se considerando lâminas de lixiviação de 15 e 30%. Verificou-se, no citado trabalho, que as lixiviações promovidas não interferiram na resposta da cultura à salinidade. Freitas et al. (2004), avaliando a aplicação de resíduos de cultura sobre o solo, verificaram efetividade na redução das perdas de água por evaporação, com valores até três vezes menores em relação ao solo sem cobertura. Queiroga et al. (2002) investigaram o desempenho de diferentes tipos de cobertura morta sobre os frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L. cv. Yolo Wonder), em um experimento instalado em campo, em Mossoró, RN, e verificaram que o diâmetro de frutos, número de frutos por planta, peso de frutos e a produção, foram afetados pela cobertura morta.

O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho da cultura do pimentão, cultivar Yolo Wonder, irrigada com água salina, submetida a diferentes frequências de irrigação e condições de cobertura do solo, sob condição de cultivo protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Agronomia, no *campus* da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). O solo utilizado foi classificado por Corrêa & Ribeiro (2001) como Neossolo Flúvico, coletado na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, no município de Pesqueira, PE, a 0 - 20; 20 - 40 e 40 - 60 cm de profundidade, e em lote familiar irrigado, de cerca de 1 ha. De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo BSsh (extremamente quente, semi-árido), com precipitação total anual média de 730 mm e evapotranspiração potencial anual média de 1683 mm, segundo Hargreaves (1974).

O solo para o experimento foi coletado logo após a estação chuvosa, tendo sido amplamente submetido a lavagens em condições naturais. As caracterizações físicas e químicas do solo foram realizadas conforme Embrapa (1997), e estão apresentadas na Tabela 1.

Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso, em arranjo fatorial $2 \times 2 \times 2$, sendo duas lâminas de irrigação (0,80 e 1,20 ETc), dois intervalos de irrigação (1 e 2 dias) e duas condições de cobertura morta (nula e 1000 kg ha⁻¹ de palhada de milho), com seis repetições. Conduziu-se a análise estatística

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo Neossolo Flúvico, nas profundidades 0-20; 20-40 e 40-60 cm**Table 1.** Physical and chemical characteristics of the Fluvic Neossol, in 0-20, 20-40 and 40-60 cm depths

Características*	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	40-60
Areia (g kg ⁻¹)	438	408	475
Silte (g kg ⁻¹)	287	320	300
Argila (g kg ⁻¹)	275	272	225
ADA (%)	12,00	13,33	13,30
Ds(kg dm ⁻³)	1,43	1,43	1,43
Dp (kg dm ⁻³)	2,67	2,73	2,56
CC (cm ³ cm ⁻³)	31,02	40,65	36,21
PMP (cm ³ cm ⁻³)	8,68	11,54	10,70
CE _{es} dS m ⁻¹	0,56	0,52	0,80
pH	7,72	7,64	7,61
Na ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,28	0,26	0,29
K ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,16	0,09	0,06
Mg ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	2,64	1,58	7,92
Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	3,70	6,86	4,75
CTC (cmolc kg ⁻¹)	6,78	8,79	13,02
PST (%)	4,07	2,97	2,19
CO (%)	2,76	2,53	2,04
Extrato de Saturação			
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	3,72	2,75	1,86
Mg ²⁺ (mmolc dm ⁻³)	0,53	0,23	2,25
Na ⁺ (mmolc dm ⁻³)	1,70	2,10	3,70
K ⁺ (mmolc dm ⁻³)	0,25	0,08	0,20
Cl ⁻ (cmolc kg ⁻¹)	0,15	0,00	0,25

* ADA - argila dispersa em água
 Ds - densidade do solo
 Dp - densidade de partículas
 CC - capacidade de campo- 0,33 atm
 PMP - ponto de murcha permanente - 15 atm
 CE_{es} - condutividade elétrica do extrato saturado
 CTC - capacidade de troca catiônica
 PST - percentagem de sódio trocável
 CO - Carbono orgânico

utilizando-se o “Guided Data Analysis Procedure” do SAS (SAS Institute, 1999), para determinação de eventuais “outliers” e transformações requeridas; em seguida, foram realizadas comparações entre médias pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O experimento foi conduzido em colunas de PVC, com 20 cm de diâmetro e 100 cm de profundidade. A coluna foi preenchida com 60 cm de solo, em camadas de 4 cm, de modo a reproduzir a densidade global de campo, de 1,43 kg dm⁻³. Cada coluna recebeu uma muda de pimentão (*Capsicum annuum* L.), cultivar Yolo Wonder, preparada previamente 30 dias antes. A água utilizada na irrigação das plantas foi preparada em laboratório com cloreto de cálcio (CaCl₂) e cloreto de sódio (NaCl), em proporção equivalente de 1:3, apresentava condutividade elétrica (CE) 1,2 dS m⁻¹ e relação de adsorção de sódio (RAS) 7, valores estes correspondentes as RAS e CE médias da água de irrigação nos meses de março a julho dos anos de 2002 a 2004, na Fazenda N. S. do Rosário. Logo após o transplantio das mudas, aplicou-se palhada de milho na quantidade correspondente a 1000 kg ha⁻¹, conforme recomendação de Freitas et al. (2004).

As colunas foram saturadas, em média, com 5 volumes de poros de água para cada coluna, antes ao transplantio das

mudas, fechadas na porção superior e deixadas a drenar livremente, de modo a atingir a condição inicial de capacidade de campo para condução do experimento.

O potencial matricial foi monitorado com frequência de dois em dois dias mediante baterias tensiométricas instaladas em 8 colunas (uma por tratamento adotado), com tensiômetros nas profundidades de 7,5; 27,5 e 47,5 cm, monitorados diariamente.

As condições micrometeorológicas no interior da casa de vegetação foram monitoradas diariamente, às 8:00 h, e medidas a temperatura e a umidade relativa do ar, tomadas em valores máximos e mínimos diários, na ocasião da irrigação. O experimento foi realizado entre os meses de agosto e dezembro de 2005.

Foram adicionados, três vezes por semana, solução fertirrigante composta por sulfato de magnésio 0,555g L⁻¹; nitrato de cálcio 1,04 g L⁻¹; nitrato de potássio 0,161 g L⁻¹; cloreto de potássio 0,47 g L⁻¹; MAP 0,07 g L⁻¹ e micronutrientes (ferro, cobre, zinco) 0,05 g L⁻¹, além de adubação foliar com micronutrientes (boro e zinco), na dosagem de 2 g L⁻¹, uma vez por semana.

O manejo da irrigação foi realizado com base na evapotranspiração de cultura (ETc) de quatro plantas de pimentão, cultivadas em um mini-lisímetro com sistema de pesagem hidráulica, instalado e operado no interior da casa de vegetação, conforme orientações de Santos (2004), sendo utilizado, para a aplicação nas parcelas, um sistema de irrigação por gotejamento autocompensante, com um emissor por planta de vazão média 0,720 L h⁻¹.

Aos 115 dias após o transplantio (DAT), as plantas foram ceifadas rente ao solo, sendo a parte aérea seca em estufa e, em seguida, triturada para determinação dos teores totais de cálcio (Ca⁺⁺), magnésio (Mg⁺⁺), potássio (K⁺), sódio (Na⁺) e cloro (Cl⁻), conforme Bezerra Neto & Barreto (2004).

Avaliaram-se, nas plantas, as seguintes variáveis: comprimento dos frutos, diâmetro dos frutos, número total de frutos, altura e massa seca das plantas e produção total.

O solo foi retirado das colunas de PVC, com auxílio de um trado e analisado nos Laboratórios de Física, Química e Fertilidade do Solo da UFRPE. A partir da extração dos cátions trocáveis, conforme metodologia de Thomas (1982), foi determinado-se Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ por titulometria e Na⁺ e K⁺ por espectrofotômetro de chama. No extrato da pasta saturada, seguindo metodologia de Richard (1954), foram determinados a condutividade elétrica (CE), pH, o Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ por espectrofotometria de absorção atômica, e Na⁺ e K⁺ por espectrofotômetro de chama. O Cl⁻ foi obtido pelo extrato 1:2 (água: solo), conforme recomendações da Embrapa (1997), e por titulometria.

Foram coletadas, durante o experimento, amostras de lixiviado para aquelas colunas que apresentaram drenagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o experimento a temperatura do ar apresentou valor médio de 28,9 °C, com valores máximo e mínimo de 37,0 e 23,3 °C, respectivamente. No tocante à umidade relativa do

ar, verificou-se valor médio de 61,8%, tendo-se atingido valores máximo e mínimo de 46,0 e 76,0%. Segundo Filgueira (2000), para se obter ganhos satisfatórios de produção a cultura do pimentão requer temperatura média de 29,0 °C, sendo suportado um máximo de até 35,0 °C. Sganzerla (1995) recomenda uma faixa de umidade relativa do ar em torno de 50 a 70% como sendo a ideal para evitar problemas fitossanitários. Embora alguns desvios em relação à faixa ideal de umidade relativa tenham ocorrido, tais desvios foram localizados. Deste modo, assumiu-se que o experimento foi conduzido dentro de faixa ideal para desenvolvimento da cultura.

A cultura apresentou consumo total de água (ETc) de 1232,8 mm para um ciclo de 115 DAT, sendo ETc média diária de 10,7 mm d⁻¹. De acordo com Doorenbos & Kassam (2000), as necessidades hídricas totais da cultura do pimentão, sob condições de campo, são da ordem de 600 a 900 mm, podendo atingir 1250 mm para períodos de crescimento longo, variando em função das condições climáticas locais, variedade utilizada e número de colheitas.

As colunas com 0,80 ETc não apresentaram lixiviação, mesmo aquelas nas quais se adotou cobertura morta. Tendo em vista que as aplicações hídricas por gotejamento foram efetuadas sobre a cobertura morta, então o efeito de tal cobertura na redução da evaporação do solo não foi atenuado não gerando, assim, excedentes hídricos. Todas as colunas com lâminas de 1,20 ETc apresentaram lâminas de drenagem.

No conteúdo da parte aérea apenas o cálcio foi significativo na análise de variância para lâminas, frequência de irrigação e cobertura, havendo interação significativa para lâminas e cobertura. A análise referente ao conteúdo de cálcio na parte aérea da planta está apresentada na Tabela 2, na qual se pode verificar, mesmo se adicionando uma lâmina menor de água, ocorrência de maior disponibilidade de cálcio para a planta. No fornecimento de uma lâmina maior (1,20 ETc) é recomendável adicionar cobertura morta para disponibilizar mais cálcio para a planta.

Tabela 2. Conteúdo de cálcio (mg planta⁻¹) na parte aérea da cultura do pimentão, considerando-se a aplicação de lâminas de água equivalente a 0,80 e 1,20 ETc, e a utilização de cobertura morta *

Table 2. Calcium content (mg plant⁻¹) in the aerial part of the greenpepper crop, considering depth of water equivalent to 0.80 and 1.20 ETc, and utilization of mulch*

Dose de cobertura morta (kg ha ⁻¹)	Lâmina de irrigação - ETc	
	0,80	1,20
1000	498 aA	574 aA
0	614 aA	440 bB

* Para a mesma variável, na mesma coluna média seguidas por mesma letra minúscula e na mesma linha médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As plantas do tratamento com lâmina de 1,20 ETc e sem cobertura morta apresentaram o menor teor de cálcio, devido, talvez neste caso, ao fato do cálcio trocável no solo, ter apresentado, baixo valor. É provável que a aplicação de lâmina extra de irrigação tenha favorecido a substituição deste elemento no complexo sortivo e, conseqüentemente, reduzido o teor de cálcio trocável em virtude de processos de adsorção

iônica. Rodrigues (2001), trabalhando com lâminas de 1,20 da evapotranspiração e cobertura plástica na cultura do pimentão sob fertirrigação, observou diferença significativa para cálcio na parte aérea das plantas.

O efeito da cobertura morta sobre o diâmetro dos frutos foi significativo. Os tratamentos sem adição de cobertura proporcionaram maior diâmetro em relação à dose de 1000 kg ha⁻¹, sendo os valores médios de, respectivamente, 5,6 e 4,6 cm. Os valores obtidos são levemente inferiores aos indicados por Queiroga et al. (2002) que, utilizando a mesma cultivar de pimentão, produziram frutos de 5,19 cm de diâmetro em tratamento com palha de milho, como cobertura morta, reposição de 100% da evapotranspiração e água não salina, em condições de campo, e no semi-árido.

Avaliando diferentes níveis de tensão de água no solo (15, 32, 50, 65 kPa), com o pimentão cv. Marengo, Frizzone et al. (2001) observaram que o diâmetro dos frutos de pimentão diminuiu com o aumento da tensão mátrica, atingindo cerca de 5 cm para as tensões mais elevadas.

Furlan et al. (2002), trabalhando com pimentão cv. Mayata, em cultivo protegido, utilizaram as lâminas de 120 e 80% da evaporação e observaram que o fator lâmina não influenciou no diâmetro dos frutos. O maior diâmetro foi de 6,8 cm para a lâmina 80% da necessidade hídrica. Valores semelhantes foram observados por Silva & Schulz (1998) e Medeiros (1998), com diâmetro médio de frutos de pimentão de 7,3 e 7,2 cm, respectivamente. Avaliando diferentes níveis de tensão de água no solo com a cultivar de pimentão Marengo, Pereira (1995) constatou que o diâmetro dos frutos de pimentão diminuiu com o incremento da tensão mátrica do solo.

Com relação à massa dos frutos, a análise de variância revelou que todos os tratamentos foram significativos, havendo diferença significativa entre lâmina, frequência de irrigação e cobertura morta.

Verifica-se, na Tabela 3 que, mesmo se utilizando menor lâmina de irrigação, é possível obter alta massa de frutos, desde que se adote frequência de irrigação diária e cobertura morta. Este resultado é de interesse para o pequeno agricultor, pois lhe possibilitaria maior economia de energia e reduziria os volumes hídricos aplicados.

Estatisticamente, este manejo se diferenciou dos tratamentos que receberam maior quantidade de água e irrigação di-

Tabela 3. Efeito da lâmina, frequência de irrigação e cobertura morta para massa (g) dos frutos*

Table 3. Effect of water depth, irrigation frequency, and mulching on fruit mass (g)*

Cobertura Morta kg ha ⁻¹	Lâminas Irrigação ETc	Frequência de irrigação - dias	
		1	2
1000	0,80	66,23 aA	33,29 aB
1000	1,20	39,23 abA	55,74 aA
0	0,80	31,42 bA	38,05 aA
0	1,20	59,69 abA	43,85 aA
C.V. (%)		15,78	

* Para a mesma variável, na mesma coluna média seguida da mesma letra minúscula e na mesma linha médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V. = coeficiente de variação. Dados transformados em (X+1)^{1/2} para análise estatística, sendo apresentadas as médias dos dados originais

ria, sendo este resultado muito propício para as condições do semi-árido, devido à escassez de água nessa região.

Queiroga et al. (2002), trabalhando também com cobertura morta em condições de campo e de semi-árido, obtiveram 42,6 g de massa média de frutos de pimentão cultivar Yolo Wonder, resultado este semelhante aos encontrados no experimento em estudo.

Pode-se verificar, na Figura 1, o comportamento da variável altura de planta para todos os tratamentos estudados. A análise de variância foi significativa para todos os tratamentos, havendo interação quádrupla entre idade das plantas, frequência de irrigação, dose de cobertura morta e lâmina de irrigação.

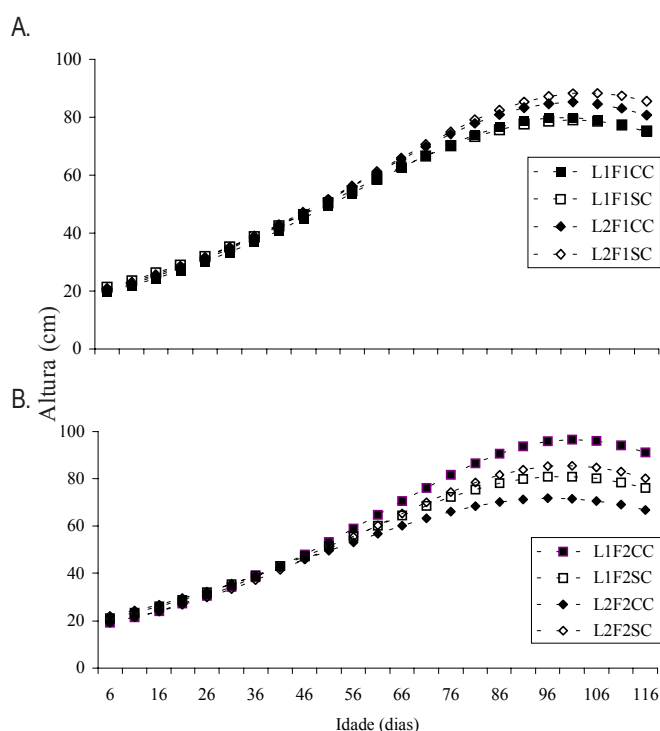


Figura 1. Evolução da altura de plantas de pimentão nos diferentes tratamentos, ao longo do experimento. L1 e L2: lâminas de 0,80 (A) e 1,20 ETC (B); F1 e F2: frequências de irrigação de 1 e 2 dias; S e C: doses de 0 e 1000 kg ha⁻¹ de cobertura morta

Figure 1. Evolution of greenpepper height in different treatments, during the experiment. L1 and L2: water depths of 0.80 (A) and 1.20 ETC (B); F1 and F2: frequency of application of 1 and 2 days; S and C: 0 and 1000 kg ha⁻¹ mulching dose

Depois de cinquenta dias do transplante das mudas, começou a ocorrer variação da altura das plantas em relação aos tratamentos. Todos os tratamentos se comportaram de maneira similar, percebendo-se um paralelismo das curvas obtidas. O tratamento que produziu a maior altura foi o que adotou lâmina de 0,80 ETC, com cobertura morta e frequência de dois dias. A menor altura da planta foi obtida pelo tratamento com 1,20 ETC, com cobertura morta e frequência de irrigação de dois dias.

A Figura 2 apresenta as tensões matriciais observadas na zona radicular, para os tratamentos com cobertura morta, e frequência de irrigação de 2 dias, medidas diariamente durante o ciclo da cultura, podendo-se observar a ocorrência de maiores tensões no tratamento com déficit hídrico, como previsto; entretanto, tensões superiores a 20 kPa ocorrem em cerca de 12% das medidas mas apenas para o tratamento com 0,80 ETC, e em cerca de 8% das avaliações para o tratamento com 1,20 ETC.

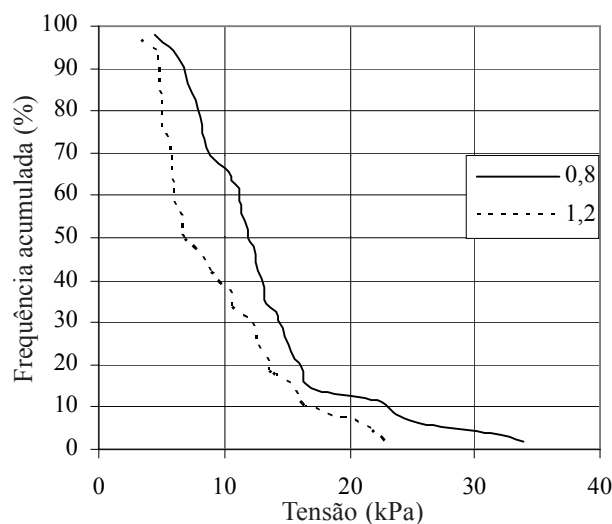


Figura 2. Distribuição de frequência acumulada da tensão matricial nos tratamentos com cobertura morta e intervalo de rega de 2 dias

Figure 2. Matrix tension cumulative frequency distribution in the treatments adopting mulching and irrigation interval of 2 days

Santana et al. (2004), trabalhando com irrigação sob tensão de 10, 30, 50 e 60 kPa com a cultura do pimentão, obtiveram maior produção e altura de plantas quando a irrigação foi realizada com menor tensão. Medeiros (1998), testando diferentes lâminas com variadas salinidades da água de irrigação para a cultura do pimentão, obteve maior altura das plantas com maiores lâminas.

Segundo Doorenbos & Kassam (2000), quando a necessidade hídrica da planta é plenamente satisfeita, existe uma relação direta entre a evapotranspiração e o crescimento, ou seja, evapotranspiração máxima corresponde a crescimento máximo. De modo inverso, quando há uma restrição hídrica ocorre, também, redução do crescimento, fato constatado no presente estudo, haja vista que o aumento da tensão matricial reduziu o consumo de água e a altura das plantas.

Verifica-se, na Figura 1 (A e B) que o estresse hídrico provocado pela lâmina de irrigação deficitária de 0,80 da evapotranspiração, e frequência de irrigação de 2 dias, foi reduzido e não afetou a altura de plantas.

Realizou-se análise de variância para os cátions trocáveis e solúveis (cálcio, magnésio, sódio e potássio) o pH e a condutividade elétrica (CE) do solo constatando-se interação

significativa apenas de lâmina x cobertura x frequência de irrigação para CE e cálcio trocável.

Foi significativo o efeito para a interação entre lâmina x cobertura x frequência de irrigação. Pode-se verificar, na Tabela 5, o resultado do teste de Tukey ($P < 0,05$) para a condutividade elétrica, de acordo com as profundidades estudadas e com os tratamentos adotados. Conforme os dados apresentados, a adoção de lâmina L2 (1,20 Etc) provocou menor salinidade na camada subsuperficial (0-20 cm), quando se adotou a frequência de dois em dois dias e sem cobertura morta; tal lâmina, entretanto, mostrou-se insuficiente para uma devida lavagem das camadas mais profundas do solo não gerando diferenças significativas de salinidade.

Quando se considerou a irrigação diária, a salinidade do solo não foi significativamente incrementada, quando se diminuiu a lâmina de 1,20 Etc para 0,80 Etc.

Medeiros (1992) cita experiências de campo em que o uso de água com condutividade elétrica (CE) variando entre 0,70 e 4,00 dS m⁻¹ aumentou a condutividade elétrica no extrato de saturação do solo, de 0,20 a 2,50 dS m⁻¹, após um período de irrigação; isto, ocorreu neste experimento, pois a água utilizada de 1,2 dS m⁻¹ elevou a condutividade elétrica no extrato de saturação do solo, nas profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60cm, de 0,56, 0,52 e 0,80 dS m⁻¹ (Tabela 1) para 5,91, 5,84, e 7,32 dS m⁻¹, respectivamente (Tabela 4); entretanto, saliente-se que, em geral, os cenários de salinidade ao final do ciclo são semelhantes na maioria das colunas.

Tabela 4. Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação à condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE dS m⁻¹), nas profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm*

Table 4. Effect of mulching, irrigation interval and water depth, on the electrical conductivity of saturation extract of soil (EC dS m⁻¹), in 0 - 20, 20 - 40 and 40 - 60 cm depths*

Lâminas (ETc)	Turno rega (1 dia)		Turno rega (2 dias)	
	Cobertura		Cobertura	
	Com	Sem	Com	Sem
Prof. 0-20 cm				
0,80	4,12 aA1	4,82 aA1	5,9 aA1	4,76 aA1
1,20	4,08 aA1	5,28 aA1	3,59 bA1	3,46 aA2
CV (%)	14,69			
Prof. 20-40 cm				
0,80	3,74 aA(P=0,056)1	6,07 aA1	5,84 aA1	6,19 aA1
1,20	5,11 aA1	4,51 aA1	3,31 aA1	4,22 aA1
CV (%)	12,86			
Prof. 40-60 cm				
0,80	5,7 aA1	7,32 aA1	5,88 aA1	6,64 aA1
1,20	5,64 aA1	4,45 aA1	3,28 aA1	6,05 aA1
CV (%)	15,72			

* Letras minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina, na linha; Letras maiúsculas comparam lâmina para cada cobertura, na coluna; Números comparam turno de rega. Para a mesma variável, na mesma coluna média seguidas de mesma letra minúscula e na mesma linha médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V. - coeficiente de variação.

Oliveira et al.(2005), trabalhando com feijão cv. Talismã, utilizaram água para irrigação da cultura com condutividade elétrica (CE) 2,07 dS m⁻¹. A CE do solo, que inicialmente era de 3,6 dS m⁻¹, aumentou para 5,42 dS m⁻¹ e 5,45 dS m⁻¹, respectivamente, quando se adotou fração de lixiviação de 23 e 25 % com base na Etc.

Para o cálcio no solo, as diferenças entre os tratamentos foram significativas, tendo ocorrido interação entre os tratamentos na profundidade 0-20 cm. São apresentados, na Tabela 5, os resultados da análise estatística para os tratamentos com lâmina de 0,80 e 1,20 da evapotranspiração, turnos de rega de 1 e 2 dias, com e sem adição da cobertura morta.

Tabela 5. Efeito da cobertura morta, frequência e lâmina de irrigação, em relação ao cálcio trocável (cmol_c kg⁻¹) no solo, para profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 - 60 cm*

Table 5. Effect of mulching, irrigation interval and water depth on the exchangeable calcium (cmol_c kg⁻¹) in soil in 0 - 20, 20 - 40 and 40 - 60 cm depths*

Lâminas (ETc)	Turno rega (1 dia)		Turno rega (2 dias)	
	Cobertura morta		Cobertura morta	
	Com	Sem	Com	Sem
Prof. 0-20 cm				
0,80	5,68 aA1	7,00 aA1	7,40 aA1	7,66 aA1
1,20	5,15 aB1	6,73 aA1	4,22 aA1	4,62 aA1
Prof. 20 - 40 cm				
0,80	1,85 aA1	2,38 aA1	2,38 aA1	2,24 aA1
1,20	1,72 aA1	1,85 aA1	2,38 aA1	2,64 aA1
Prof. 40 - 60 cm				
0,80	2,11 aA1	2,24 aA1	2,11 aA1	2,24 aA1
1,20	1,85 aA1	1,85 aA1	2,51 aA1	2,51 aA1

* Letras minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina, na linha; Letras maiúsculas comparam lâmina para cada cobertura, na coluna; Números comparam turno de rega. Para a mesma variável, na mesma coluna média seguidas de mesma letra minúscula e na mesma linha médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem significativamente a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conforme Datalto & Fullin (2001), o cálcio no solo é considerado alto quando for maior que 4 cmol_c kg⁻¹; na profundidade 0-20 cm, este valor está sendo ultrapassado no tratamento de lâmina de 0,80 Etc; na condição sem cobertura morta e frequência de irrigação de 2 dias, chegou a 7,66 cmol_c kg⁻¹. Segundo Santana et al. (2004), a umidade adequada é a condição fundamental para a nutrição cálcica de algumas espécies, como pimentão e tomate, entre outros. Sob condições de baixa umidade, pequena quantidade de cálcio atinge as raízes, levando a uma absorção menor do nutriente.

De modo geral, não houve diferença significativa entre os tratamentos com relação ao teor de cálcio, nas profundidades consideradas. Na profundidade 0-20 cm verificou-se, quando se aplicou lâmina equivalente a 1,20 Etc, com cobertura morta e frequência de irrigação de 1 dia que houve diferença significativa para lâmina, ou seja, a lixiviação reduziu a concentração de cálcio trocável no solo.

CONCLUSÕES

A dotação de lâminas deficitárias de 0,80 Etc apresenta efeitos promissores na produção do pimentão cultivar Yolo Wonder, irrigado com água de salinidade de 1,2 dS m⁻¹, quando se adota cobertura morta.

Ao final do ciclo de cultivo não se observa diferença significativa na salinidade do solo, entre os diversos tratamentos.

A adoção de lâmina de lixiviação tende a reduzir o teor de cálcio na parte aérea da cultura do pimentão, recomendando-se o uso de cobertura morta.

A adoção de lâmina correspondente a 0,80 da evapotranspiração de cultura, associada à adição de cobertura e à irrigação diária, para a cultura do pimentão nas condições estudadas, produziu frutos de maior massa.

Obtém-se maior altura de plantas para o tratamento com 0,80 da evapotranspiração, com irrigação de dois em dois dias, desde que se utilize cobertura morta.

LITERATURA CITADA

- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29
- Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P. Métodos de análises químicas em plantas. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2004. 165p.
- Blanco, F.F.; Folegatti, M.V. Manejo da água e nutrientes para o pepino em ambiente protegido sob fertirrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.2, p.251-255, 2002.
- Bray, E. A. Plant responses to water deficit. Trends in plant Science, London. v.2, n.1. p.48-57, 1997.
- Corrêa, M.M. Ribeiro, M.R. Levantamento detalhado de solos da fazenda Nossa Senhora do Rosário, UFRPE/UFPE/CNPq/BNB, Relatório de Projeto, 2001. 118p.
- Datalto, G. G.; Fullin, E. A. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo – 4ª aproximação. Vitória: SEE/INCAPER, 2001. 30p.
- Dias, N. S.; Gheyi, H.R.; Duarte, S. N. Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Engenharia Rural, 2003. 118p. Série Didática, 13
- Dias, N. S.; Duarte, S. N.; Gheyi, H.R.; Medeiros, J. F.; Soares, M. T. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental, Campina Grande, v.9, n.4, p.496-504, 2005.
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Efeitos da água no rendimento das culturas. Campina Grande. Universidade Federal Paraíba, 2000, 221p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1997. 412p.
- Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna produção e comercialização de hortaliças, Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- Franco, O.L.; Enéas-Filho, J. Prisco, J.T.; Gomes-Filho, E. Effects of CaCl₂ on the growth and osmoregulator accumulation in NaCl stressed cowpea seedling. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Viçosa, v.11, p.145-151, 1999.
- Freitas, P.S.L.; Mantovani, E.C.; Sedyama, G.C.; Costa, L.C. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação de água do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.8, n.1, p.85-91, 2004.
- Frizzone, J.A.; Gonçalves, A.C.A.; Rezende, R. Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annum* L., cultivado em ambiente protegido, em função do potencial mátrico de água no solo. Acta Scientiarum, Maringá, v.23, n.5, p.1111-1116, 2001.
- Furlan, R. A.; Rezende, F. C.; Alves, D. R.B.; Folegatti, M. V. Lâmina de irrigação e aplicação de CO₂ na produção de pimentão cv Mayata, em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20 n.4, p.547-550, 2002.
- Gil, O. de F. Água e adubação na cultura do pimentão (*Capsicum annum* L.) irrigada por gotejamento. Piracicaba: ESALQ, 1987. 45p. Dissertação Mestrado
- Gotto, R.; Tivelli, S. W. (org.). Produção em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: Editora UNESP, 1998. 319p.
- Hargreaves, G. H. Climatic zoning for agricultural production in northeast Brazil. Logan: Utah State University, 1974. 6p.
- Jadoski, S. O. Alterações morfo-fisiológicas em plantas de Pimentão sob deficiência hídrica. Botucatu: UNESP, 2002. 140p. Tese Doutorado
- Leonardo, M. Estresse salino induzido em plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.) fertirrigadas e seus efeitos sobre a produtividade e parâmetros bioquímicos. Botucatu: UNESP, 2002, 118p. Dissertação Mestrado
- Marcussi, F. F. N. Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em planta de pimentão. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.25, n.3, p.642-650, 2005.
- Mass, E. V.Hoffman, G. J. Crop salt tolerance – Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, New York, v.103, p. 115-134, 1977.
- Medeiros, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB, 1992. 173. Dissertação Mestrado
- Medeiros, J.F. Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão. Piracicaba: ESALQ, 1998, 152p. Tese Doutorado
- Medeiros, J. F.; Cruciani, D. E.; Folegatti, M. V.; Miranda, N. O. Tolerância do pimentão à salinidade sob cultivo protegido. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.22, n.2, p.200-210, 2002.
- Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G.; Monteiro, A. L.; Mackay, R. Recarga de origem pluviométrica em aluviões – Estudo de caso no semi-árido nordestino. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 3, 2001. Anais... Petrolina: ABCMAC, 2001. CDRom
- Nascimento Junior, N. A. Efeito da aplicação de N e K via água de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão em ambiente protegido. Botucatu: UNESP, 1998. 92p. Dissertação Mestrado
- Oliveira, F. G.; Ferreira P. A.; Santos, D. B.; Garcia, G. O. Índice diário de estresse hídrico do feijoeiro irrigado com água salina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.9 (Suplemento), p.6-10, 2005.
- Pereira, E. C. Avaliação do crescimento e da produtividade de pimentão amarelo (*Capsicum annum* L.) sob diferentes potenciais matriciais de água no solo, em condições de casa de vegetação. Botucatu: UNESP. 1995. 61p. Dissertação Mestrado

- Queiroga, R. C. F.; Nogueira, I. C. C.; Bezerra Neto, F.; Moura, A. R. B.; Pedrosa, J. F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.3, p.416-418, 2002.
- Richards, L.A. (ed.) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA, Agriculture Handbook, 60
- Rodrigues, D. S. Lâminas de água e diferentes tipos de cobertura no solo na cultura de pimentão amarelo sob cultivo protegido. Botucatu: UNESP, 2001. 122p. Tese Doutorado
- Santana, M.J.; Carvalho, J.A.; Faquin, V.; Queiroz, T.M. Produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.) irrigado sob diferentes tensões de água no solo e doses de cálcio. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.28, n.6, p.1385-1391, 2004.
- Santos, F.X. Lisímetro de pesagem hidráulica e evapotranspiração de referência por diferentes métodos no agreste pernambucano. Recife: UFRPE, 2004, 77p. Dissertação Mestrado
- SAS Institute. *The SAS system for windows*. Cary, SAS Institute, 1999, CDRom
- Sganzerla, E. *Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos* 5 ed. Esteio: Agropecuária, 1995. 324p.
- Silva, A. M. da; Schulz, H. E. Estimativa do fator "C" da EUPS para cobertura morta de resíduos vegetais de origem urbana para as condições de São Carlos (SP, Brasil). *Interciência*, Caracas, v.26, n.12, p.615-618, 2001.
- Souza, R. J. de; Nannetti, D. C. A cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.). Lavras: UFLA, 1998. Boletim técnico, 49.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant physiology*. Reedwood: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1998. 559p.
- Thomas, G.W., Exchangeable cations. In: Page, A.C., Miller, R.H. Keeney, D.R. (ed.). *Methods of soil analysis. Part 2*. Madison: ASA/SSSA, 1982. p.159-165. Agronomy Monograph