

PRISCILA ALVES LIMA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E DA SALINIDADE EM PIMENTÃO
CULTIVADO COM COBERTURA MORTA**

RECIFE

2006

PRISCILA ALVES LIMA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E DA SALINIDADE EM PIMENTÃO
CULTIVADO COM COBERTURA MORTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação, Mestrado em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia – Ciência do Solo.

Orientador:

Prof^o. Abelardo Antônio A. Montenegro, Ph. D.

Conselheiros:

José Júlio Villar Rodrigues, Ph. D.

Mário Lira Júnior, Ph. D.

RECIFE

2006

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

L732m Lima, Priscila Alves
Manejo de irrigação e da salinidade em pimentão cultivado com cobertura morta / Priscila Alves Lima. -- 2006.
42 f. : il., tabs.

Orientador : Abelardo Antônio Assunção Montenegro
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.
Inclui bibliografia

CDD 631. 42

1. Salinidade
 2. Cobertura morta
 3. Pimentão
 4. Produtividade
- I. Montenegro, Abelardo Antônio Assunção
 - II. Título

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E DA SALINIDADE EM PIMENTÃO
CULTIVADO COM COBERTURA MORTA**

PRISCILA ALVES LIMA

Dissertação defendida por Priscila Alves Lima em 10 de março de 2006 e aprovada pela banca examinadora:

Orientador: _____
Professor Abelardo Antônio Assunção Montenegro
DTR/UFRPE

Examinadores: _____
Professora Elvira Maria Regis Pedrosa
DTR/UFRPE

Professora Maria de Fátima Cavalcanti Barros
DEPA/UFRPE

Professor Hans Raj Gheyi
DEAG/CTRN - UFFG

**“Mas em todas estas coisas
somos mais do que vencedores,
por aquele que nos amou.”**

Romanos 8:37

DEDICATÓRIA

A ARLINDO DE LIMA (*In memoriam*)
ZULEIKA ALVES LIMA, minha mãe.
KAREN ALVES LIMA, minha irmã.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem me dado até hoje.

À minha família pelo estímulo e educação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE, pela oportunidade de ingressar no mesmo.

À coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa.

A meu orientador Prof. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro, pela dedicação, confiança e a cobrança necessária para conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Mário de A. Lira Júnior, pela grande contribuição na análise estatística.

Aos Professores de PPGCS, que compartilharam comigo seus conhecimentos.

A Leonardo Simões por seu companheirismo, incentivo e pelos fins de semana dedicados ao laboratório.

Aos meus colegas de curso Ana Cristiane, Êvio Eduardo, Michelângelo, Eduardo, Sandro, Sebastião pelos bons momentos dentro e fora de sala de aula, e em especial as minhas amigas Marcela, Patrícia.

Aos colegas da sala 3, Tafnes, Eduardo, José Roberto, Thais, Manoel Costa e Arundo pelo apoio prestado. Em especial a Francisco, Edivan e George por toda contribuição.

Aos meus amigos de república Huguinho, Hugão, Gilberto e Marcela.

Aos funcionários Anacleto, Noca, Josué, Zeca e Socorro pela eficiência em seus trabalhos.

Aos estagiários do laboratório de fertilidade do solo Vinícius e Anderson.

À galera do almoço na salinha, Marise, Daniela, Michel, Dagmar, Fátima, Feliz, Cícero, Valdemir, Fátima.

RESUMO

Em regiões áridas e semi-áridas, é comum existir solos e águas de irrigação salina, requerendo um manejo diferenciado do sistema solo-água-plantas, neste contexto, dois aspectos importantes a serem estudados são a tolerância das culturas à salinidade e o manejo da irrigação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo da irrigação e da salinidade, utilizando cobertura morta em um Neossolo Flúvico cultivado com pimentão (*Capsicum annuum* L). O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação da UFRPE, em delineamento de blocos casualizados, em um arranjo fatorial 2 x 2 x 2 com os seguintes tratamentos: duas lâminas de irrigação (L1=120% da evapotranspiração, L2=80% da evapotranspiração), dois turnos de rega (r1 dia e r2 dias), com ou sem adição de cobertura morta (C e S). A adoção de lâmina de 80% da evapotranspiração, e sem a adição da cobertura morta e a frequência de irrigação de dois em dois dias, para a cultura do pimentão nas condições estudadas, permitiu uma adequada produção não havendo diferença significativa entre os tratamentos para produção sendo este ponto de grande relevância para o semi-árido nordestino; O manejo com lâmina de lixiviação, em caráter intermitente (de dois em dois dias) garantiu adequada lixiviação dos sais e produção do pimentão; A cobertura morta possibilitou uma maior umidade do solo na sub-superfície, bem como favoreceu ao processo de lixiviação de sais, gerando menores condutividades elétricas médias do perfil, e ainda viabilizando a redução do volume total de água aplicado (lâmina de 80%), sem comprometimento da produção.

Palavras-chave: salinidade, cobertura morta, irrigação, produtividade e pimentão.

ABSTRACT

In arid and semi-arid regions, soil and irrigation water are usually saline, requiring special management for the soil-water-plant system. In this context, two important

aspects are studied: the crop tolerance to salinity and the irrigation management to be adopted. The aim of this work was to evaluate the effect of the irrigation and the salinity management, using mulching and of a Fluvic Neossol cultivated with greenpepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was carried out in the UFRPE greenhouse, using a completely randomized block design, in a factorial arrangement 2 x 2 x 2, with the following treatments: two irrigation depths (L1=120% of evapotranspiration, L2=80% of evapotranspiration), two irrigation frequencies (r1 day and r2 days) with or without mulching (C and S). The adoption of depth equal to 80% of evapotranspiration, without mulching and the irrigation frequency of two days for the greenpepper in the studied conditions allowed an adequate production, preventing significant difference among the treatments for production. This result is of high importance for semi-arid regions. The use of leaching depth and two days frequency allowed an adequate leaching of salts and greenpepper production. The mulching allowed higher soil moisture at sub-surface, and contributed to the salt leaching process, producing lower average electrical conductivities of the profile, and also enabling the reduction of the total volume of applied water (depth of 80%), without reducing the production.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura1. Regressão entre leitura na régua, em cm, e peso (g)	12
Figura 2. Temperatura máxima, mínima e no início da irrigação no período de condução do experimento	15
Figura 3. Umidade Relativa do ar (%), máxima, mínima e no início da irrigação no período de condução do experimento	16

Figura 4.	Evapotranspiração lisímetro (mm) (ET lis), lâmina 120% da 17 evapotranspiração, lâmina 80% da evapotranspiração	
Figura 5.	Lâmina de 120% da evapotranspiração, frequência de irrigação (1 dia) 17 e com adição de cobertura morta	
Figura 6.	Lâmina de 120% da evapotranspiração, frequência de irrigação (1 dia) 18 e sem adição de cobertura morta	
Figura 7.	Lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de irrigação (1 dia) e 19 com adição de cobertura morta	
Figura 8.	Lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de irrigação (1 dia) e 19 sem adição de cobertura morta	
Figura 10.	Lâmina de 120% da evapotranspiração, frequência de irrigação (2 20 dias) e sem adição de cobertura morta	
Figura 11.	Lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de irrigação (2 dias) 21 e com adição de cobertura morta	
Figura 12.	Lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de irrigação (2 dias) 21 e sem adição de cobertura morta	
Figura 13.	Altura de plantas em função do tempo em dias	24

LISTA DE TABELAS

		Pág.
Tabela 1.	Teores de argila, areia e silte, percentagem de argila dispersa em 9 água (ADA), umidade de saturação (US) ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) e densidade de partícula (DP) (g cm^{-3}), em três profundidades	9
Tabela 2.	Caracterização química para os cátions trocáveis no solo em três 9 profundidades	9
Tabela 3.	Teores de cátions solúveis no extrato de saturação do solo, em três 10 profundidades	10

Tabela 4.	Tensão matricial (-cm) em função da umidade volumétrica.	10
Tabela 5.	Coeficientes de calibração de equilíbrio, para lisímetro de pesagem	13
Tabela 6.	Temperatura máxima (T máx), mínima (T mín) e no início da irrigação (T h irrig.); Umidade relativa do ar máxima (UR máx), mínima (UR mín) e no início da irrigação (UR irrig.)	15
Tabela 7.	Conteúdo de cálcio na parte aérea, da planta de pimentão, com lâminas de 80% e 120% da evapotranspiração, com e sem adição da cobertura morta.	22
Tabela 8.	Efeito da cobertura no diâmetro dos frutos	22
Tabela 9.	Efeito da lâmina, turno de rega e cobertura morta para o peso dos frutos.	23
Tabela 10.	Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação condutividade elétrica do extrato de saturação (CE dS m ⁻¹), para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm	25
Tabela 11.	Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, para condutividade elétrica do solo	26
Tabela 12.	Análise de variância para CTC (cmolc Kg ⁻¹)	27
Tabela 13.	Capacidade de troca catiônica (CTC), para lâminas de 80 e 120% da evapotranspiração	27
Tabela 14.	Análise de variância para percentagem de sódio trocável (PST)	28
Tabela 16.	Relações entre os tratamentos, lâminas de 80% evapotranspiração (L1) de e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as três profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, a concentração de cálcio trocável.	29
Tabela 17.	Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação ao conteúdo de sódio trocável no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm	30
Tabela 18.	Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as três profundidades, para sódio (Na ⁺)	30
Tabela 19.	Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em	31

	relação ao conteúdo de sódio solúvel no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm	
Tabela 20	Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, para sódio (Na^+) solúvel.	32
Tabela 21	Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação ao conteúdo de cloro solúvel no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm	32
Tabela 22	Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, para cloro solúvel(Cl^-)	33
Tabela 23.	Concentração de magnésio solúvel no solo, para as lâminas de irrigação 80% e 120% da evapotranspiração, turno de rega de 1 dia e 2 dias e adição ou não da cobertura morta, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm	33
Tabela 24.	Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm para magnésio (Mg^{+2})	34
Tabela 25.	Efeito do turno de rega no magnésio trocável (Mg^{+2} cmolc kg^{-1}) na profundidade 20-40 cm	34

SUMÁRIO

1.0.	INTRODUÇÃO	01
2. 0.	REFERÊNCIAL TEÓRICO	03
2.1.	Solos com problema de salinidade e sodicidade	03
2.2.	Efeito da salinidade sobre as plantas	04
2.3.	Qualidade e manejo da água de irrigação	05
2.4.	Infiltração da água no solo	06
2.5.	Efeito da cobertura morta	07

	13
3.0. MATERIAL E MÉTODOS	09
4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Condições climáticas no interior da Casa de Vegetação	15
4.2. Consumo de água pela planta	16
4.3. Tensão Matricial	17
4.4. Produção de Massa Seca, Teores de cálcio, magnésio, potássio, sódio e cloro na planta	21
4.5. Condutividade elétrica (CE) e percentagem de sódio trocável do solo (PST)	24
4.6. Teores de cálcio, magnésio, sódio e cloro no solo	28
5.0. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1 - INTRODUÇÃO

Em regiões áridas e semi-áridas, como no caso do Nordeste do Brasil, é comum existir solos e águas de irrigação salinas, requerendo um manejo diferenciado do sistema solo-água-planta. Para isso, o passo inicial é estudar a tolerância das culturas à salinidade, como tem sido realizado em muitos países onde ocorrem problemas de salinidade como nos Estados Unidos, Israel, Índia, entre outros (Medeiros, 1998). No Brasil, este problema acontece no Nordeste onde aproximadamente 25% das áreas irrigadas já foram salinizadas. Em Pernambuco, os solos afetados por sais e sódio cobrem uma área de 7.819 km², correspondendo a 8% da área total do Estado (Gheyi, 2000).

A salinização dos solos pode ser originada por diversos fatores, como altas taxas de evaporação e baixa precipitação pluviométrica, associadas às características do material de origem e condições do relevo, que condicionam a formação de solos com teores elevados de sais solúveis e sódio trocável (Montenegro et al., 2001).

O uso de água na irrigação, enquanto contribui de maneira significativa para o aumento da produtividade, em determinadas situações, sobretudo em zonas de clima árido e semi-árido, pode resultar em acúmulo do teor de sais no solo. 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 de produção (Dias et al., 2003).

O manejo inadequado da irrigação e da fertilização tem freqüentemente provocado problemas de salinização do solo, prejudicando o cultivo nessas condições, que provavelmente estão relacionados ao manejo inadequado da irrigação e fertilização (Medeiros, 1998; Ribeiro et al., 2003). Apesar da expansão de áreas com esses problemas, procedimentos de recuperação ainda são pouco utilizados (Qadir et al., 1998).

Práticas de manejo que sejam apropriadas para controlar a salinidade dos solos em longo prazo tornam-se de fundamental importância em um programa de cultivo, principalmente visando sustentabilidade e alternativas de uso e recuperação (Leal, 2005).

A cobertura morta é uma alternativa de baixo custo para evitar a salinidade, pois proporciona maior conservação da umidade, diminui as oscilações da temperatura do solo (Cintra, 1988), reduz o impacto das gotas de chuva ou irrigação, amenizando assim a perda de nutrientes por lixiviação, atenuando as taxas de desagregação do solo e, conseqüentemente, promovendo diminuição da quantidade de solo transportado pela água da chuva (Silva & Schulz, 2001). A cobertura morta influencia as taxas de infiltração de água e evaporação, proporcionando maior economia de água e energia para irrigação (Stone & Moreira, 1999) e permite aumento do intervalo entre irrigações, o que diminui a sua freqüência, protegendo o solo contra a erosão e reduzindo a infestação de plantas daninhas.

A literatura dispõe de vários estudos sobre o efeito da disponibilidade de água e concentração de sais; no entanto, não há informações suficientes que elucidem a influência desses fatores no desenvolvimento foliar nem no acúmulo de massa seca de pimentão, submetida à realidade edafoclimática do semi-árido.

O pimentão (*Capsicum annuum L.*) figura entre as hortaliças de maior importância no Brasil, destacando-se o Sudeste como principal região produtora do país (Leonardo, 2002). O Nordeste brasileiro apresenta condições para o cultivo dessa olerícola, mas ainda não se alcançou produção suficiente para evitar a

importação de outros estados. Há necessidade de pesquisa com a cultura, no que diz respeito ao manejo, que inclui o estudo do efeito de práticas simples como o uso de cobertura morta do solo e manejo da irrigação (Queiroga et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo da irrigação e da salinidade, utilizando a cobertura morta em um Neossolo Flúvico cultivado com pimentão.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Solos com problema de salinidade e sodicidade

A salinidade do solo é capaz de causar limitações na produção de alimentos em terras irrigadas, de áreas áridas e semi-áridas do mundo (Munns, 2002). Estimativas indicam que, no mundo, pelo menos três hectares de terras aráveis entram em processo de salinização/sodificação por minuto (Keiffer & Ungar, 2002).

Além das causas naturais, o homem pode também induzir ou incrementar a salinização do solo, principalmente com o uso de água salina na irrigação, bem como com a elevação do lençol freático pelo excesso de irrigação associado à drenagem insuficiente em solos de baixa condutividade hidráulica (Montenegro & Montenegro, 2004).

Neossolos formados a partir de depósitos fluviais são áreas de solos quimicamente mais férteis e mais bem localizadas em relação às principais fontes de água do semi-árido nordestino. Nessas áreas, as fontes de água alternam-se, de

acordo com a época do ano, entre rios temporários e poços rasos. São necessários a caracterização e o monitoramento contínuos destas águas, vistos que fatores climáticos locais podem favorecer ao acúmulo de sais, comprometendo as propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos irrigados com estas águas (Silva et al., 2005).

Ribeiro et al. (2003) destacam que problemas de altos níveis de salinidade e sodicidade estão relacionados com a formação da classe de solos Neossolos Flúvicos, os quais apresentam subordens e grandes grupos relacionados à deficiência de drenagem e semi-aridez. Adicionalmente, a presença de camadas de impedimento restringe a drenagem e recarga, podendo estar associada à ocorrência de lençol freático raso.

As necessidades globais de alimentos são crescentes, enquanto os recursos de água e solo estão tornando-se cada vez mais escassos e diminuídos em qualidade. A obrigação em preservar a água, utilizando-a mais eficientemente, proteger sua qualidade e simultaneamente o recurso solo, são exigências crescentes para uma agricultura mundial que deve continuar a contar com os mesmos recursos utilizados atualmente (Rhoades et al., 1992; Santiago, 2002).

A agricultura irrigada praticada sobre solos aluviais no semi-árido nordestino tem garantido o sustento de inúmeras famílias. Diante disto, todos os esforços devem ser feitos no sentido de desenvolver pesquisas quanto à dinâmica dos mananciais para irrigação, aperfeiçoar a tecnologia de drenagem e seleção de plantas.

Os efeitos da salinidade e sodicidade nas propriedades dos solos podem afetar adversamente uma área. Dentre esses impactos podem ser citados: baixa produtividade agrícola e altos custos de produção, aumento da erosão, devido à alta dispersão das partículas do solo, aumento do escoamento superficial, redução recarga do aquífero e desbalanço ecológico devido a mudanças de vegetação (Ribeiro et al., 2003).

Para satisfazer à demanda de alimento, muitos países vêm dando prioridade à produção utilizando novas técnicas de manejo do solo e da água, que proporcionam não só o aumento no rendimento das culturas como, também, o aproveitamento otimizado dos recursos naturais (Farias, 2003).

2.2 – Efeito da salinidade sobre as plantas

As plantas superiores podem ser classificadas em dois tipos: halófitas, plantas que se desenvolvem naturalmente em solos com elevada concentração salina; e glicófitas, plantas que não são capazes de crescer e se desenvolver em elevada concentração salina (Naidu, 2003). Estas plantas suportam usualmente solos com 0,3% de sais (Zhu, 2001).

Os nutrientes minerais são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Em condições de solos salinos ocorrem desordens nutricionais, que causam relações antagônicas entre nutrientes na planta, reduzindo significativamente os rendimentos da cultura (Grattan & Grieve, 1993).

Muitos 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, sendo, conseqüentemente, afetado todo o ciclo da cultura (Franco et al., 1999).

O pimentão, é uma das olerícolas menos tolerantes à salinidade, suportando até $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. O rendimento é reduzido 14% a cada unidade acima de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, mesmo sem que as plantas apresentem sintomas visuais (Ayers & Westcot, 1991).

Além disso, o pimentão é uma das olerícolas mais comumente cultivadas no Nordeste brasileiro, por exemplo, no Vale de Açu, no Estado do Rio Grande do Norte, onde apresenta áreas com problemas de salinidade, e na agricultura familiar do semi-árido (Medeiros, 1998).

2.3 – Qualidade e manejo da água de irrigação

Geralmente, as águas de zonas úmidas apresentam menor teor de sais que as zonas áridas, enquanto as águas subterrâneas são mais salinas que as águas de rios e estas, próximas da foz, contêm mais sais que as próximas à nascente (Gheyi, 2000).

Segundo Ayers & Westcot (1991), a qualidade da água para irrigação está relacionada aos efeitos prejudiciais ao solo e às culturas, requerendo muitas vezes técnicas especiais de manejo para controlar ou compensar eventuais problemas associados a sua utilização. Assim, a adequação de uma água para irrigação deve ser avaliada conjuntamente com o estudo das condições locais de uso, tomando como base os fatores relacionados com a água, o solo e a planta.

No Agreste Pernambucano, Montenegro et al. (2001), caracterizaram as águas subterrâneas de aluviões, encontrando valores de condutividade elétrica variando de $360 \mu\text{S cm}^{-1}$ a $11750 \mu\text{S cm}^{-1}$, com média de $1470 \mu\text{S cm}^{-1}$, estimada a partir de 972 amostras.

O uso da irrigação tornou-se imperativo, principalmente em regiões semi-áridas, onde o déficit hídrico é registrado na maior parte do ano. Apesar dos benefícios iniciais da irrigação, não se pode deixar de considerar que sais solúveis presentes nas águas subterrâneas e superficiais podem, em certas condições climáticas, salinizar os solos, levando-os a condições de degradação parcial ou total (Souza, 2000).

Para se proceder à irrigação é necessário conhecer qual o volume de água a ser aplicada. Isto se complica quando existem problemas de salinidade, pois a cultura pode reduzir o consumo de água, como também, para manter o rendimento da cultura adequado, precisa-se aplicar uma lâmina em excesso para lixiviar os sais, a qual depende do uso conjuntivo da cultura. Então, nessas condições, a estimativa precisa da evapotranspiração da cultura se torna ainda mais importante (Medeiros, 1998; Jadoski, 2002).

A lâmina de irrigação é usualmente estimada a partir da medida da evapotranspiração da cultura, que pode ser obtida diretamente através do balanço hídrico aplicado a um volume de solo explorado pela planta, ou em lisímetros e, indiretamente, determinando a evapotranspiração de referência através da demanda evaporativa do ar e a partir de elementos meteorológicos medidos (Pereira et al., 1997).

Os lisímetros pesáveis são subdivididos conforme o princípio de pesagem, sendo agrupados em mecânicos, eletrônicos, hidráulicos. A utilização de lisímetros com sistema de pesagem hidráulica tem sido uma alternativa viável, uma vez que os custos monetários são menores e oferecem resolução de leitura satisfatória, podendo detectar valores de lâmina evapotranspirada abaixo de 0,30 mm como verificado por Freitas (1994), Costa (1999), Silva (2000) e Santos (2004).

Dentre as alternativas de manejo de sais, destaca-se o uso de lixiviação. Para estabelecer a fração de lixiviação necessária para o controle da salinidade do solo irrigado, é de fundamental importância estimar com exatidão a evapotranspiração real da cultura (Medeiros, 1998).

Em ambiente protegido, Blanco & Folegatti (2002) cultivando pepino, verificaram que a aplicação da lâmina de 125% da evapotranspiração não foi

suficiente para evitar o acúmulo de sais na região radicular da cultura, sendo que a salinidade do solo aumentou linearmente com a salinidade da água de irrigação utilizada. A fração de lixiviação 25% não teve efeito independente de seu manejo.

2.4 - Infiltração da água no solo

A infiltração é definida como a passagem de água da superfície para o interior do solo, constituindo-se num dos mais importantes processos que compõem o ciclo hidrológico. É fator determinante na disponibilização de água para as culturas, na recarga dos aquíferos subterrâneos, na ocorrência e magnitude do escoamento superficial e no manejo do solo e da água (Cecílio et al., 2003; Carvalho et al., 2004).

A importância de se caracterizar a infiltração reside, especialmente, no fato desta influenciar no valor das taxas de aplicação e no tempo de irrigação (Walker, 1989 e Childs et al., 1993).

A variabilidade, tanto espacial quanto temporal, das características físicas do solo é muito grande, causando heterogeneidade ao longo de sua profundidade. Portanto, o estudo do processo de infiltração da água no solo torna-se essencial para uma predição mais correta, tanto da quantidade de água infiltrada no solo como da taxa com que se dá o processo (Cecílio et al., 2003).

Conforme Urchei (1996), a variabilidade da infiltração é muitas vezes elevada, o que pode implicar em problemas, sobretudo quando é adotado um valor não representativo da área de interesse. As principais causas dessa variabilidade estão relacionadas às propriedades do solo e da água, além do método utilizado para sua determinação.

2.5 – Efeito da cobertura morta

Segundo Jalota & Prihar (1998), citado por Oliveira & Souza, (2003), a prática da cobertura morta consiste em cobrir o solo com capim, palha, casca, papel, plástico e outros. É recomendada para praticamente todos os solos, todos os climas e todas as culturas, como sendo inúmeros os benefícios por ela trazidos (Borges & Souza, 1998).

A cobertura morta na superfície do solo altera a relação solo-água, pois previne a evaporação reduzindo, assim, a taxa de evapotranspiração das culturas, e propicia aumento do intervalo entre irrigações, o que diminui a frequência do uso desta tecnologia. Deste modo, espera-se que, com o incremento do nível de cobertura do solo, haja economia significativa nos custos de operação do sistema de irrigação (Stone & Moreira, 2000). Barros & Hanks (1993) e Moreira & Stone (1995) observaram maior eficiência do uso da água com cobertura morta, em relação a outros sistemas de preparo do solo.

A utilização da cobertura morta representa uma fonte substancial de matéria orgânica (Borges & Souza, 1998), estimulando a proliferação de microrganismos, melhorando a aeração e a estrutura do mesmo. Contudo, devido à decomposição acelerada, o volume de resíduos usualmente é insuficiente para a formação de uma cobertura contínua e efetiva (Oliveira & Souza, 2003).

Dependendo de quanto à cobertura morta cobre a superfície do solo, pode-se praticamente eliminar as perdas de umidade por evaporação direta durante os estágios iniciais de crescimento da cultura, quando o dossel ainda não cobriu a superfície do solo (Kluthcouski, 1998).

Cebula (1995), estudando a cobertura em plantas de pimentão, verificou que a incidência de luz na copa da planta quando teve a cobertura de plástico, dobrou a formação de frutos, qualidade de frutos, e quantidade de frutos na planta quando comparada com plantas sem cobertura.

Rodrigues (2001), utilizando diferentes tipos de cobertura no solo para a cultura de pimentão, observou que as coberturas plásticas de cor preta e verde proporcionaram maior temperatura no solo, controle de plantas invasoras, maior desenvolvimento das plantas e maior produtividade.

3.0 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Casa de Vegetação na 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, nas profundidades de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm e 40 – 60 cm.

O solo foi seco ao ar, homogeneizado e passado em peneira com malha de 4 mm. Realizou-se a caracterização química e física do solo, conforme Embrapa (1997) (Tabelas 1, 2 e 3). O solo é classificado como argila arenoso, enquanto a densidade do solo (D_s) foi estimada pelo método do anel volumétrico, nas profundidade de 0 -20 cm, obtendo $D_s = 1,43 \text{ g cm}^{-3}$. A curva característica de retenção de umidade foi obtida pelo extrator de Richards (Tabela 4).

Tabela 1 – Teores de argila, areia e silte, percentagem de argila dispersa em água (ADA), umidade de saturação (US) ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) e densidade de partícula (DP) (g cm^{-3}), em três profundidades

Solo	Argila	Areia	Silte	ADA	DP
Profundidade (cm)	g kg^{-1}	g kg^{-1}	g kg^{-1}	%	(g cm^{-3})
0 – 20	275	438	287	12,00	2,67
20 – 40	272	408	320	13,33	2,73
40 – 60	225	475	300	13,30	2,56

Tabela 2 – Caracterização química para os cátions trocáveis no solo em três profundidades

Solo	Profundidade		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
CE 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
Cl cmolc kg^{-1}	0,15	0,00	0,25
Ca cmolc kg^{-1}	3,70	6,86	4,75
Mg cmolc kg^{-1}	2,64	1,58	7,92
CO %	2,76	2,53	2,04
PST %	4,07	2,97	2,19
CTC cmolc kg^{-1}	6,78	8,79	13,02

Tabela 3 – Teores de cátions solúveis no extrato de saturação do solo, em três profundidades

Profundidade	Ca^{2+} (mmolc dm^{-3})	Mg^{2+} (mmolc dm^{-3})	Na^{+} (mmolc dm^{-3})	K^{+} (mmolc dm^{-3})
0 - 20 cm	3,72	0,53	1,70	0,25
20 - 40 cm	2,75	0,23	2,10	0,08
40 - 60 cm	1,86	2,25	3,70	0,20

Tabela 4 – Tensão matricial (-cm) em função da umidade volumétrica.

Profundidade	Tensão matricial (-cm)					
	100	330	1000	2500	7000	15000
	Umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)					
0-20 cm	31,02	23,49	15,92	12,77	10,85	8,68
20-40 cm	40,65	29,67	18,08	16,90	14,19	11,54
40-60 cm	36,21	24,77	18,68	13,01	11,15	10,70

O experimento foi conduzido em colunas de PVC com 20 cm de diâmetro e 100 cm de altura. A coluna foi preenchida da seguinte forma: inicialmente colocou-se uma camada de brita lavada correspondente a uma altura de 36 cm, logo após acondicionou-se 60 cm de solo seco ao ar, adotando-se 4 cm de borda. O preenchimento do solo nas colunas foi executado de forma a proporcionar uniformidade e homogeneidade em toda coluna, adicionando-se camadas de aproximadamente 4 cm de espessura; cada camada sobreposta era compactada por leve pressão de um disco de madeira de diâmetro pouco inferior ao diâmetro interno do cilindro.

As mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivar Yollo Wonder foram produzidas na Casa de Vegetação em bandejas de polietileno, adotando o substrato Tropstrato®, fertirrigadas com solução nutritiva e água potável, foram transplantadas 30 dias após a semeadura uma muda para cada coluna de PVC.

A água utilizada no experimento foi preparada artificialmente de forma a apresentar a condutividade elétrica (CE) $1,2 \mu\text{S cm}^{-1}$ e relação de adsorção de sódio (RAS) 7. Para a fabricação das águas, usou-se água potável com adição de sais de NaCl e CaCl $2\text{H}_2\text{O}$. Os valores correspondentes as RAS e CE média da água de irrigação nos meses de março a julho dos anos de 2002 a 2004, na Fazenda N^a.S^a. do Rosário, local da coleta do solo.

Para definição da quantidade de resíduo, considerou-se produtividade média de $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$ de resíduo da cultura do milho e converteu-se a quantidade de palha existente em 1 ha em g coluna^{-1} (Freitas, 2004). Após o transplante das mudas, foi adicionada a cobertura morta (palha de milho triturada), com densidade de $31,50 \text{ g coluna}^{-1}$. A cobertura foi distribuída de modo uniforme, recobrando igualmente o solo, com espessura de 2,00 cm.

Foi adicionada à cultura, três vezes por semana, uma solução nutritiva de sulfato de magnésio (MgSO_4) $0,555 \text{ g L}^{-1}$; Nitrato de cálcio (CaNO_3) $1,04 \text{ g L}^{-1}$; nitrato de potássio (KNO_3) $0,161 \text{ g L}^{-1}$; Cloreto de potássio (KCl) $0,47 \text{ g L}^{-1}$; MAP $0,07 \text{ g L}^{-1}$; quelatos (micronutrientes) $0,05 \text{ g L}^{-1}$ e adubo foliar (micronutrientes) 2 g L^{-1} , este último aplicado uma vez na semana. A colheita foi realizada em intervalos de 5 a 13 dias, de acordo com a maturação dos frutos, totalizando seis colheitas durante o período de cultivo, que foi de 115 dias.

As plantas foram tutoradas entre fitilhos. Os tratamentos fitossanitários consistiram de aplicações preventivas para doenças, pragas e ácaros mais comuns

que atacam a cultura, dentre eles o ácaro branco (*Polifagostarsenemus latos*) e ácaro rajado (*Tetranychu urticae*). Foram utilizados produtos químicos como:

Inseticida: Actara 250 WG (0,3 g/L); Provado 200 SC (1 mL/L).

Inseticida e acaricida: Abamex 18 CE (0,30 mL/L); Orthene 750 BR (1 g/L).

Fungicida: Amistar (0,16 g/L); Bravonil (1,8 g/L)

Acaricida: Caligur (0,5 mL/L); Tedion (3 mL/L)

A condutividade hidráulica saturada (K_o) foi estimada mantendo-se a carga hidráulica, constante até a drenagem, a cada cinco minutos foi realizada a leitura de quanto infiltrou. Os testes foram realizados com água potável. A infiltração máxima foi $2,98 \text{ cm h}^{-1}$ e a inferior $0,44 \text{ cm h}^{-1}$, com média de $1,21 \text{ cm h}^{-1}$, desvio padrão de $0,53 \text{ cm h}^{-1}$.

Para cada tratamento foi instalado uma bateria tensiométrica nas profundidades 7,5 cm, 27,5 cm e 47,5 cm, para avaliação do comportamento das lâminas estudadas.

Foi realizado um teste de uniformidade de lâmina anterior ao início do experimento, com três repetições, para verificar a vazão dos gotejadores, e testar a condição auto compensante dos mesmos. Foi verificado que, para alturas de 3,25 a 2,50 m, a princípio os gotejadores não comportaram como auto compensante como indicou o fabricante; então, fixou-se uma altura constante de 1,80 m, em que estes foram auto compensantes. O sistema de irrigação operou com um emissor por planta, com vazão média de $0,720 \text{ L h}^{-1}$. Cada parcela representou uma subunidade de irrigação, dotada de registro para controlar o tempo e o turno de rega.

Foram utilizados aparelhos para medir a temperatura, máxima, mínima e horário da irrigação do dia na casa de vegetação (Tabela 6).

Dentro da Casa de Vegetação foi instalado um lisímetro de pesagem hidráulica, construído com tanque de amianto de 130 L, 2500 cm^2 . Tal equipamento é composto por três células de carga hidráulica ("travesseiros"), construídos com mangueiras de butilpropileno de 50 mm de diâmetro dispostas em paralelo suportando toda a massa, sistema de drenagem e sistema de leitura manométrica.

Ao aplicar uma carga sobre o lisímetro, a pressão exercida nos travesseiros desloca um volume de fluido proporcional a essa pressão. Esse volume de fluido é transmitido até a régua de leitura. Os dados lisimétricos foram coletados diariamente, antes do início da irrigação (L_i), e ao final da irrigação (L_f), além do controle do volume drenado (V_d) e do volume de água aplicada (V_a).

O volume de água aplicado é a relação entre a diferença da leitura inicial e final com o coeficiente de calibração.

$$\Delta L = L_f - L_i$$

$$\text{Volume} = \Delta L / \text{coeficiente de calibração}$$

$$(V_a) = \text{Volume} - \text{volume drenado (V}_d)$$

O coeficiente de calibração pode ser estimado como a razão entre a leitura, em mm, no manômetro, e a massa de carregamento ou descarregamento no tanque, expresso em mm de lâmina de água (Figura 1).

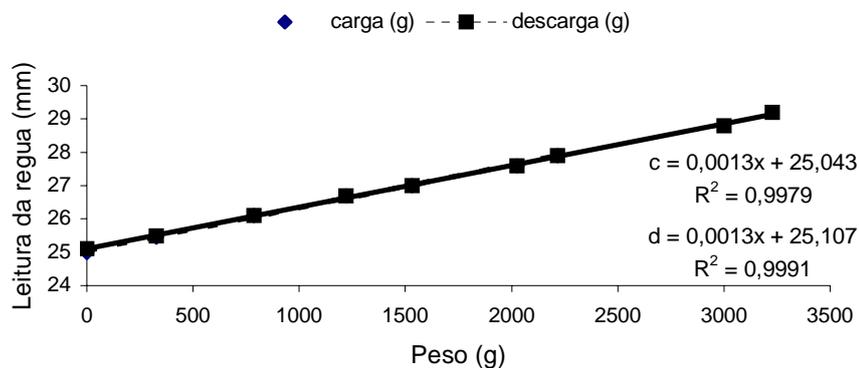


Figura 1 – Regressão entre leitura na régua, em cm, e peso (g)

O lisímetro foi cultivado com 4 plantas de pimentão, de modo a reproduzir aproximadamente o índice de área foliar das colunas.

Testes preliminares realizados revelaram que o lisímetro apresentou equilíbrio satisfatório. Verifica-se na Tabela 5 que o erro médio posicional foi da ordem de 4,5%, e está de acordo com as recomendações de Freitas (1994), Costa (1999), Silva (2000) e Santos (2004), os quais recomendam erros inferiores a 10%.

Tabela 5 – Coeficientes de calibração de equilíbrio, para lisímetro de pesagem

	QUADRANTE			
	1º	2º	3º	4º
Coeficiente carga	0,001179	0,001256	0,001179	0,001179
Coeficiente descarga	0,001205	0,001256	0,001192	0,001192
Coeficiente de calibração do quadrante	0,001192	0,001256	0,001186	0,001186
Coeficiente de calibração médio	0,001262	0,001262	0,001262	0,001262
Erro posicional do quadrante (%)	5,52237	0,442927	6,030314	6,030314
Erro médio posicional (%)	4,506481			

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi estimada através do lisímetro de pesagem instalado na Casa de Vegetação, e com base na calibração realizada. A Figura 4 apresenta as estimativas de evapotranspiração, bem como as lâminas adotadas nos tratamentos.

Condução do experimento:

As plantas de pimentão foram colhidas ao final dos 145 dias, cortando-se a parte aérea rente ao solo. As variáveis biométricas avaliadas na planta foram: número de frutos total, produção total, comprimento do fruto, diâmetro do fruto e altura da planta.

A parte aérea foi coletada, seca em estufa com circulação forçada de ar a 60-70 °C, por 72 h. Foi obtida a massa seca da parte aérea que, em seguida, foi triturada. As amostras foram preparadas, procedendo-se à determinação dos teores totais de Ca^{2++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ e Cl^- , conforme Bezerra Neto & Barreto (2004).

O solo foi retirado das colunas de PVC, com um auxílio de um trado, e analisado nos laboratórios de Física, Química e Fertilidade do solo da UFRPE. As análises realizadas foram: argila dispersa em água, conforme Embrapa (1997), os trocáveis, Na^+ e K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , foram extraídos conforme Thomas (1982), os resultados de Na^+ e K^+ , foram obtidos pelo espectrofotômetro de chama e Ca^{++} e Mg^{++} , obtidos por titulometria. A extração dos solúveis Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , CE e pH, foram obtidos pela pasta de saturação (Richard, 1954), os resultados de Na^+ e K^+ , foram obtidos pelo espectrofotômetro de chama e Ca^{++} e Mg^{++} , obtidos pelo espectrofotômetro e o pH pelo peagâmetro. O cloro, foi obtido pelo extrato 1:2 (água:solo), seguindo recomendações da Embrapa (1999), obtido os resultados por titulometria.

A condutividade elétrica do extrato de saturação também foi utilizando a $\text{CE}_{1:2}$ (solo:água) e conforme Medeiros (1998), para as profundidades utilizadas foram 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

As equações de regressão adotadas para obtenção da condutividade elétrica do extrato de saturação foram $\text{CEes}=9,924(\text{CE}_{1:2})+0,0188$ ($r^2=0,83$) para camada 0-20 cm; $\text{CEes}=8,8176(\text{CE}_{1:2})+0,547$ ($r^2=0,86$) para camada 20-40 cm; e $\text{CEes}=11,346(\text{CE}_{1:2})+0,0805$ ($r^2=0,801$), para camada 40-60 cm.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, em arranjo fatorial, 2 (lâminas de irrigação: 80% e 120 % da evapotranspiração), 2 (frequências de

irrigação: um dia e dois dias), e 2 (utilização ou não da cobertura morta), com seis repetições. A análise de variância foi feita com 5% de significância. Quando houve diferença entre os tratamentos, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística foi feita realizada pelo “Guided Data Analysis Procedure” do SAS (SAS Institute, 1999).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Condições climáticas no interior da Casa de Vegetação

As variações de temperatura durante a condução do experimento encontram-se na Tabela 6 e Figura 2. Para obter ganhos satisfatórios de produção, a cultura do pimentão requer temperatura média de 29 °C e suporta até 35 °C (Filgueira, 2000). Com esta informação de temperatura, pode-se notar, na Tabela 6, que tais valores foram várias vezes superadas durante o experimento.

Tabela 6 – Temperatura máxima (T máx), mínima (T mín.) e no início da irrigação (T h irrig.); Umidade relativa do ar máxima (UR máx), mínima (UR mín.) e no início da irrigação (UR irrig.)

Variável	T(máx) (°C)	UR (máx) (%)	UR		T (h irrig.) (°C)	UR (irrig.) (%)
			T (mín.) (°C)	(mín.) (%)		
Médio	37,41	82,18	25,71	38,82	33,00	61,77
Máximo	40,20	99,00	26,90	58,00	39,00	76,00
Mínimo	33,10	33,00	23,30	29,00	26,50	46,00

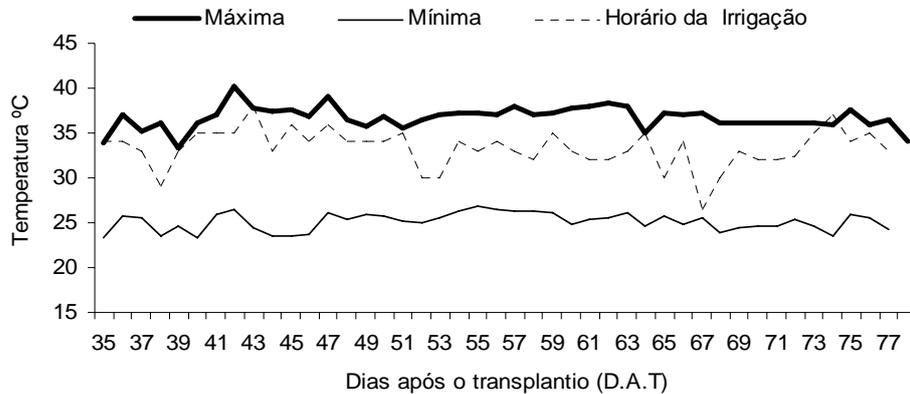


Figura 2 - Temperatura máxima, mínima e no início da irrigação no período de condução do experimento.

A umidade relativa do ar apresentou elevações gradativas durante o período de condução do experimento (Figura 3).

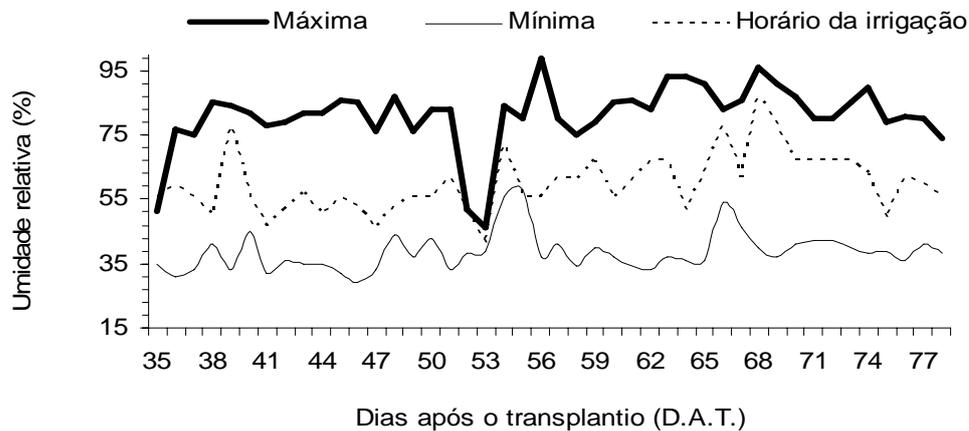


Figura 3 – Umidade Relativa do ar (%), máxima, mínima e no início da irrigação no período de condução do experimento.

Sgarnzela (1995) recomenda uma faixa de umidade relativa do ar de 50 a 70% como a ideal para evitar problemas de sanidade nas plantas. Os picos de umidade

ocorridos durante o experimento podem ter favorecido ao ataque de ácaro nas plantas.

4.2 - Consumo de água pela planta

A cultura do pimentão, para um ciclo de 115 dias, apresentou consumo, total de água de 1232,8 mm e média de $10,70 \text{ mm dia}^{-1}$. O valor máximo da evapotranspiração da cultura foi de $24,2 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto que o mínimo foi de $2,79 \text{ mm dia}^{-1}$.

De acordo com Doorembos & Kassam (2000), as necessidades hídricas totais da cultura do pimentão são da ordem de 600 a 900 mm, podendo atingir 1250 mm para períodos de crescimento longo, o que pode variar de acordo com clima, variedade utilizada e número de colheitas. Jadoski (2002) trabalhando com pimentão em cultivo protegido obteve um consumo total de 293,5 mm, e consumo diário médio de $1,5 \text{ mm dia}^{-1}$, e evapotranspiração máxima da cultura de $3,5 \text{ mm dia}^{-1}$, mas a temperatura média oscilou entre $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e 25°C , e temperatura mínimas foi $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

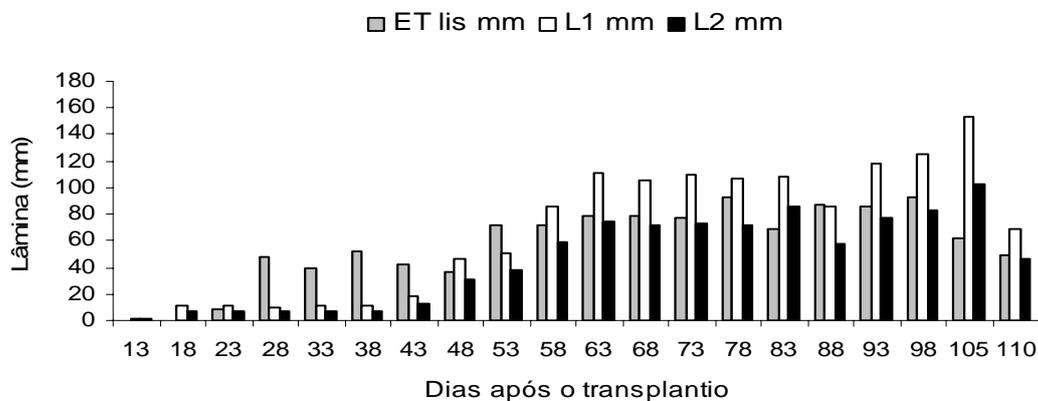


Figura 4 – Evapotranspiração no lisímetro (mm) (ET lis), lâmina 120% da evapotranspiração e lâmina 80% da evapotranspiração

4.3 - Tensão Matricial

Para cada lâmina, freqüência de irrigação e adição ou não da cobertura morta, foram monitoradas as tensões no perfil. As Figuras 5 a 13 apresentam as medidas nos tensiômetros instalados, realizadas diariamente e antes de cada irrigação, em função do número de dias após o transplântio (DAT).

Verificou-se a que lâmina de 120% da evapotranspiração, frequência de irrigação de 1 dia e adição de cobertura morta provocou tensão no solo semelhante para as profundidades 7,5 e 27,5 cm, que permaneceram próximas à capacidade de campo, na maior parte do experimento. A umidade para a profundidade de 47,5 cm foi maior, resultando em menor tensão (Figura 5).

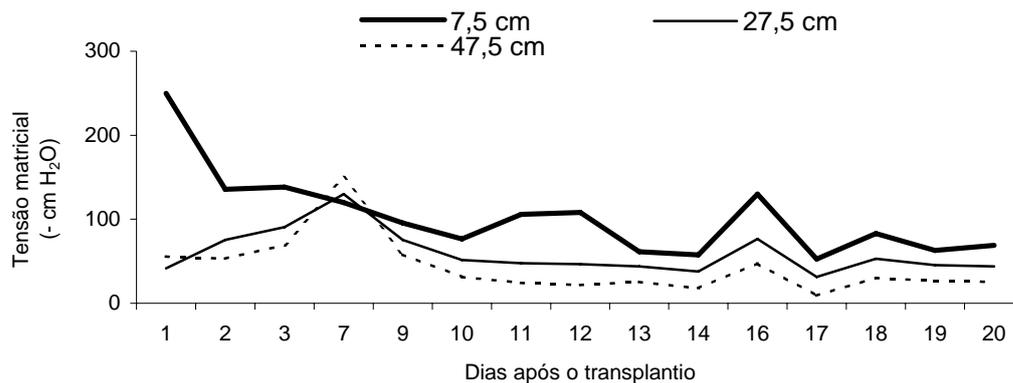


Figura 5 – Lâmina de 120% da evapotranspiração, frequência de irrigação (1 dia) e com adição de cobertura morta

Através da Figura 5 é possível observar o comportamento da tensão matricial ao longo do ciclo da cultura no tratamento que recebeu uma lâmina diária correspondente a 120% da evapotranspiração da cultura e na ausência de cobertura morta. Observa-se que, para as profundidades de 7,5 e 27,5 cm, as tensões se mantiveram próximas à capacidade campo; já na profundidade de 47,5 cm, houve um aumento em torno dos 33 dias após transplante, mas que mesmo assim o solo se manteve próximo à capacidade de campo. Ao confrontar os valores tensiométricos da Figura 6 com a Figura 5, percebe-se que nesta os valores foram menores praticamente durante todo o ciclo.

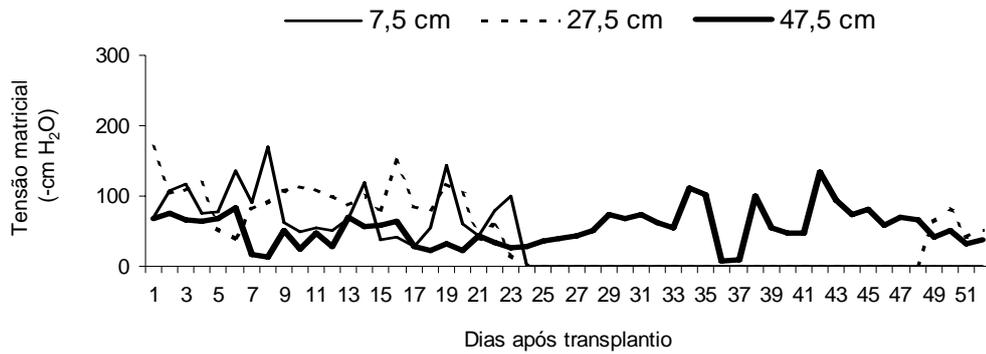


Figura 6 – Lâmina de 120% da evapotranspiração, freqüência de irrigação (1 dia) e sem adição de cobertura morta

Mesmo utilizando-se uma lâmina menor, a umidade do solo manteve-se próximo à capacidade de campo (- 100 cm), com alguns picos acima desse ponto (Figura 7), na profundidade 7,5 cm. Observe-se que do meio do experimento em diante, na profundidade 7,5 cm, a tensão matricial aumentou, o que pode ser atribuído ao desenvolvimento da planta. Para o tratamento lâmina de 80% da evapotranspiração, freqüência de irrigação de 1 dia e com adição de cobertura morta, ocorreu uma variação no início e ao final do experimento para as profundidades 27,5 cm e 47,5 cm, como pode ser visto na Figura 7.

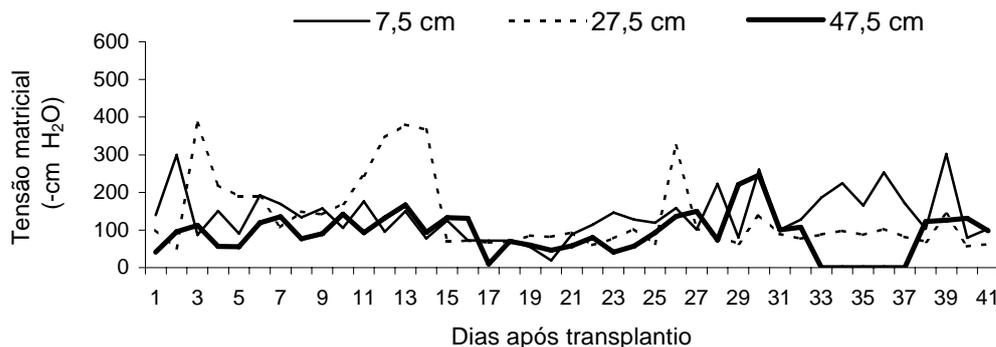


Figura 7 - Lâmina de 80% da evapotranspiração, freqüência de irrigação de 1 dia e com adição de cobertura morta

A lâmina aplicada e o solo descoberto devem ter concorrido para esse comportamento. Observa-se que ocorreu uma tendência de aumento das tensões na profundidade de 7,5 cm, ao longo do experimento (Figura 8), o que também pode

ser um indicativo do desenvolvimento da planta. Nota-se que a tensão matricial ficou menos instável para as três profundidades, quando comparadas com o mesmo tratamento (Figura 7), mas sem adição da cobertura morta (Figura 8).

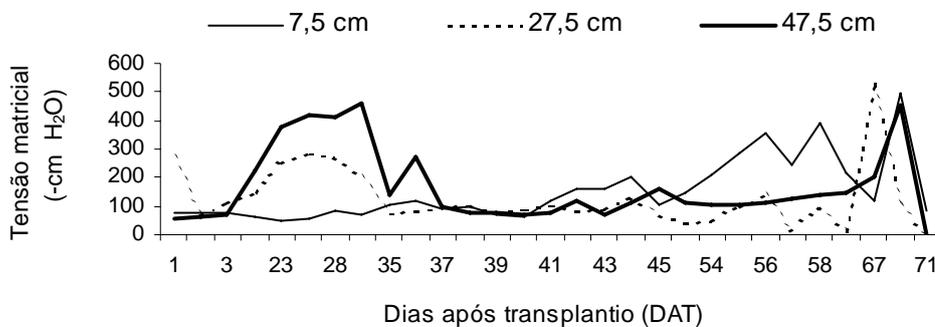


Figura 8 – Lâmina de 80% da evapotranspiração, freqüência de irrigação (1 dia) e sem adição de cobertura morta

Comparando-se as Figuras 5 e 7, pode-se verificar que a cobertura morta propiciou menores tensões para as camadas 7,5 cm e 27,5 cm. As Figuras 9 e 10 apresentam as tensões para turno de rega de 2 dias, e lâmina de 120% da evapotranspiração. Observam-se oscilações na tensão do solo, particularmente após o 30º dia de experimento e após a irrigação fica em próximo à capacidade de campo.

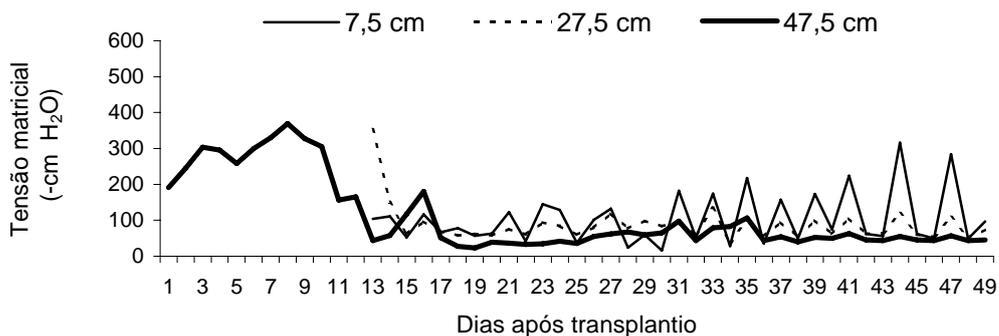


Figura 9 – Lâmina de 120% da evapotranspiração, freqüência de irrigação (2 dias) e com adição de cobertura morta

A tensão inicial foi elevada, acima da capacidade de campo para as profundidades 7,5 e 27,5 cm, o que possivelmente deve ter sido causado pela freqüência de irrigação, e o solo sem a cobertura morta. Com o andamento do

experimento, foi-se mantendo uma consistência para as três profundidades possivelmente é devido ao desenvolvimento da planta.

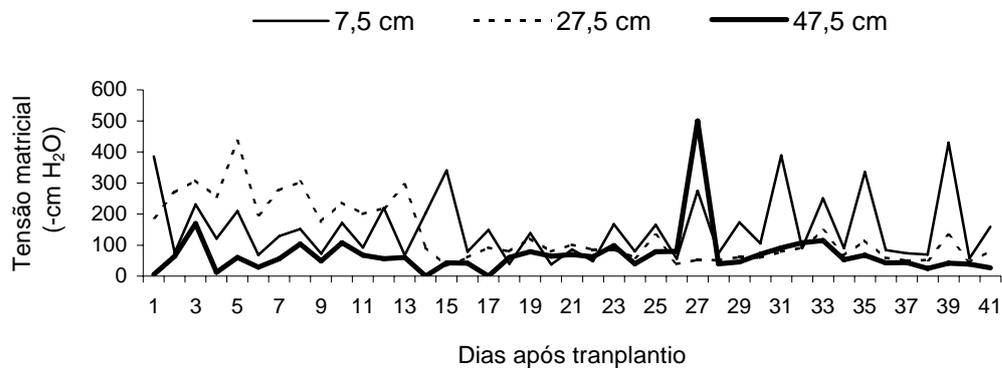


Figura 10 – Lâmina de 120% da evapotranspiração, frequência de irrigação (2 dias) e sem adição de cobertura morta.

As Figuras 11 e 12 apresentam as tensões matriciais para os tratamentos de lâmina de 80%, com turno de rega de 2 dias. Para tais tratamentos, a influência da cobertura morta na manutenção da umidade do solo na camada superior fica evidenciada, podendo-se facilmente verificar o incremento da discrepância das tensões entre as camadas de 7,5 cm e 27,5 cm de profundidade, quando não se adota a cobertura.

Para os estágios iniciais do experimento, nota-se um comportamento errático das tensões, provavelmente associado a um maior valor de evaporação de solo nu.

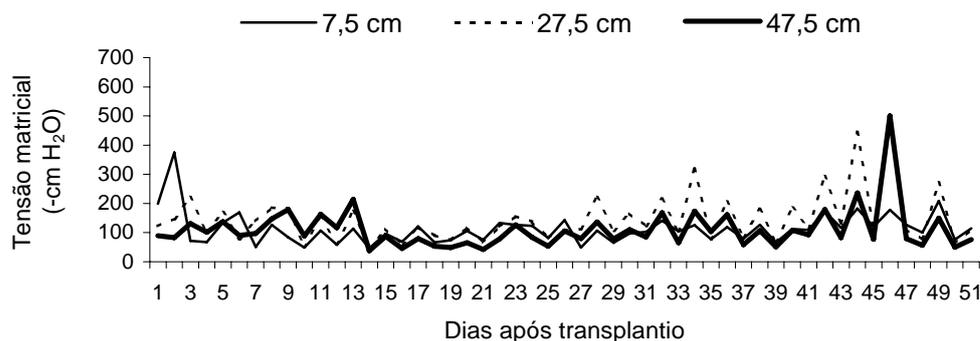


Figura 11 – Lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de irrigação (2 dias) e com adição de cobertura morta

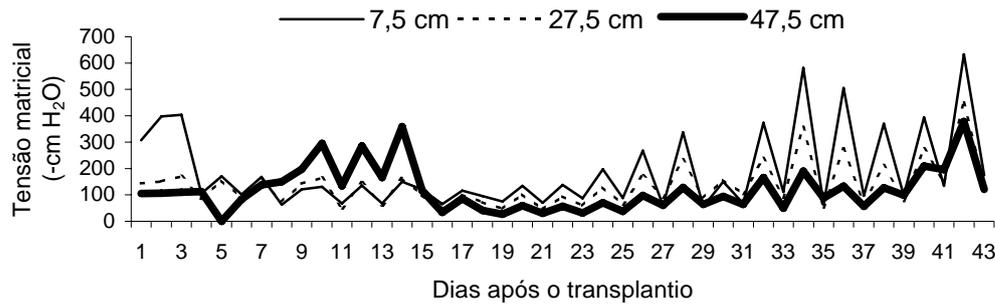


Figura 12 - Lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de irrigação (2 dias) e sem adição de cobertura morta

4.4 - Produção de massa seca, conteúdo de cálcio, magnésio, potássio, sódio e cloro na parte aérea

Para as plantas foram realizadas análises de variância do conteúdo de cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloro e massa seca, e verificou-se que, para a parte aérea da planta, apenas o cálcio foi significativo na análise de variância para lâminas e cobertura, e houve interação significativa para lâminas e cobertura (Tabela 7).

Os valores não significativos para produção de massa seca podem ter sido influenciados pelas condições climáticas desfavoráveis para a cultura do pimentão, a qual é sensível às altas temperaturas (Figura 3). Um outro fator que pode ter influenciado foi à salinidade (Tabela 11). Segundo Medeiros et al., (1998) e Silva (2001), a salinidade do solo pode causar decréscimo da parte aérea da planta, o que pode ter influenciado na ausência de diferença significativa para massa seca das plantas.

Tabela 7 – Conteúdo de cálcio na parte aérea, da planta de pimentão, com lâminas de 80% e 120% da evapotranspiração, com e sem adição da cobertura morta.

Lâminas	Cálcio (mg planta ⁻¹)	
	80%	120%
Com	498aA	574aA
Sem	614aA	440bB

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;
Maiúscula compara lâmina para cada cobertura.

Como o cálcio foi o único elemento que apresentou efeito significativo, percebe-se pela Tabela 7 que a parte aérea das plantas, nos tratamentos com lâmina de 120% e sem cobertura morta apresentou os menores teores de cálcio,

provavelmente devido ao acúmulo de sais com a evaporação, e posteriormente lavagem por uma lâmina maior. Rodrigues (2001), trabalhando com lâminas de 120% da evapotranspiração e cobertura plástica na cultura do pimentão sob fertirrigação, observou diferença significativa para cálcio na parte aérea das plantas.

Para a produção de frutos analisaram-se algumas variáveis biométricas, como o diâmetro dos frutos, cujo padrão comercial pode variar de 5 a 8 cm (Filgueira, 2000), no experimento em estudo os tratamentos sem cobertura morta geraram diâmetros comerciais (Tabela 8).

O fato dos tratamentos com cobertura morta ter produzido diâmetros inferiores ao comercial pode estar associado a um excesso de umidade resultante da cobertura morta. Filgueira (2000) afirma que a cultura do pimentão é sensível ao encharcamento prolongado. Os valores obtidos são levemente inferiores aos obtidos por Queiroga et al. (2002), que produziu frutos de 5,19 cm de diâmetro em tratamento com palha de milho como cobertura morta, reposição de 100% da evapotranspiração, e água sem salinidade, a cultivar do pimentão considerado foi Yollo Wonder.

Tabela 8 - Efeito da cobertura no diâmetro dos frutos

Cobertura morta	Diâmetro (cm)
Com	4,6 b
Sem	5,6 a

Analisou-se o peso dos frutos, pela análise de variância, verificado que todos os tratamentos foram significativos, mas não houve diferença significativa para os tratamentos, conforme a Tabela 9.

Um dos fatores que podem ter contribuído para a indiferença entre os tratamentos é o coeficiente de variação ter sido, muito elevado.

Leonardo (2002), utilizando água de irrigação com CE igual 1,5 dS m⁻¹ e adição de matéria orgânica obteve peso de 122,33 g; no mesmo estudo, o tratamento sem adição de matéria orgânica produziu 120,45 g, para pimentão cv Elisa.

Tabela 9 – Efeito da lâmina, turno de rega e cobertura morta para o peso dos frutos.

cobertura	PESO (g)			
	Turno rega (1 dia)		Turno rega (2 dias)	
	Com	Sem	com	Sem
Lâmina 80%	272,62 aA	113,85 aA	110,05 aA	259,75 aA

Lâmina 120% 193,38 aA 151,42 aA 242,68 aA 196,85 aA

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;
Maiúscula compara lâmina para cada cobertura.

A Figura 13 apresenta o comportamento da variável altura de planta para todos os tratamentos estudados. Na análise de variância foi significativo para todos os tratamentos, houve interação quadrupla idade, freqüência de irrigação, adição ou não de cobertura morta e lâmina de irrigação.

Nota-se ao longo do experimento que todos os tratamentos se comportaram de maneira similar, percebendo-se um paralelismo das curvas obtidas. Os tratamentos que produziram as maiores e menores alturas de plantas foram, respectivamente, o que adotava uma lâmina de 80% da evapotranspiração, com cobertura morta e freqüência de dois dias (L1r2c), e aquele com 120% da evapotranspiração, com cobertura morta e freqüência de irrigação de dois dias (L2r2c).

Vale ressaltar que o tratamento que produziu a menor altura de planta foi o mesmo que apresentou a maior produtividade, ou seja, provavelmente a planta ao priorizar o crescimento de frutos, diminuiu de certo modo a sua altura, como uma forma de economizar energia.

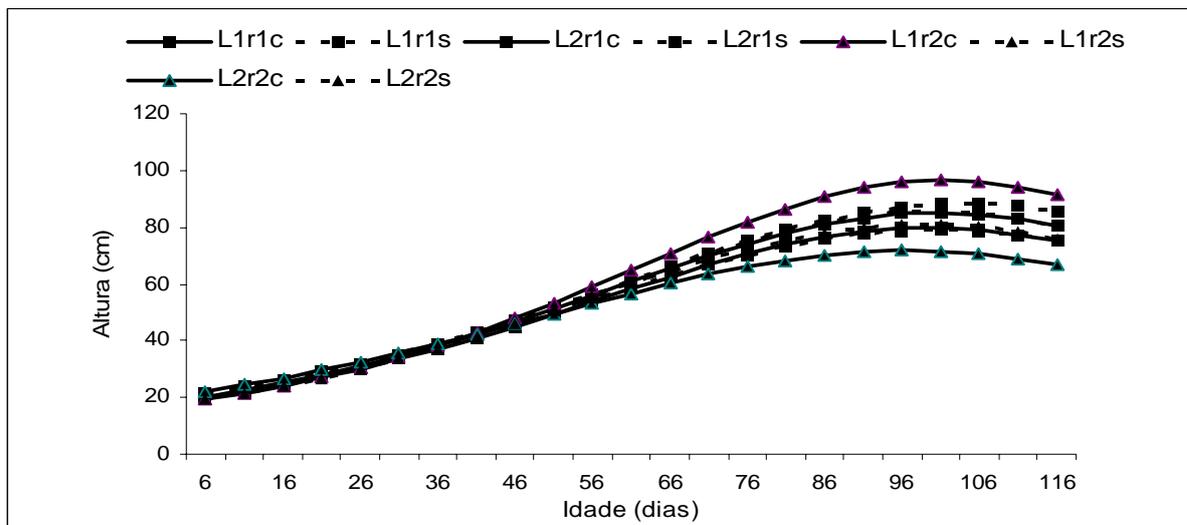


Figura 13 – Altura de plantas em função do tempo em dias

4.5 - Condutividade elétrica (CE) e percentagem de sódio trocável (PST)

Houve efeito significativo para a interação entre lâmina x cobertura x freqüência de irrigação. A Tabela 10 expressa o resultado do teste de Tukey ($P < 0,05$) para a condutividade elétrica, de acordo com as profundidades estudadas e com os tratamentos adotados.

Ao se analisar a Tabela 10, nota-se que somente na profundidade de 0-20 cm ocorreu diferença significativa. A cobertura morta e a frequência de irrigação foram fatores de grande relevância, reduzindo a salinidade. Segundo a Tabela 10, a adoção de lâmina L1 (80% da evapotranspiração) provocou menor salinidade na camada sub-superficial (0-20 cm), quando se adota turno de rega diário e cobertura morta. Tal lâmina, entretanto, mostrou-se insuficiente para uma devida lavagem das camadas mais profundas do solo.

Ao longo do perfil o tratamento com a lâmina de 120% da evapotranspiração e frequência de irrigação de 2 dias e com cobertura morta apresentou uma salinidade média de CE ($3,39 \text{ mS cm}^{-1}$) comparado com o tratamento em que a lâmina de 80% da evapotranspiração, frequência de 1 dia e com cobertura morta à salinidade média foi ($4,52 \text{ mS cm}^{-1}$), verificou-se que a lâmina de lixiviação foi eficiente, reduzindo a salinidade ao longo do perfil.

Pode-se verificar a relevância do turno de rega na salinidade da camada 0-20 cm, quando se adota lâmina de 120% da evapotranspiração e não se utiliza cobertura morta, o turno de rega contribuiu para menor salinidade do solo (Tabela10).

A salinidade na superfície do solo teve diferença significativa comparando-se com os mesmos tratamentos ao longo da profundidade do solo. Uma provável explicação para os reduzidos valores de CE na profundidade de 0-20 cm é que, quando a frequência de irrigação é de dois dias, há uma concentração maior de sais devido ao período de evaporação ser maior; em contrapartida, a lâmina de 120% também se acumula na superfície e, com isso, favorece o processo de lixiviação dos sais e conseqüente diminuição da condutividade elétrica.

Outro resultado que pode ser observado na Tabela 10 é quanto aos valores médios da CE ao longo do perfil, para os mesmos tratamentos, verifica-se que houve uma tendência de elevação da salinidade ao longo do perfil. Em geral a não adoção de cobertura morta aumentou a condutividade elétrica média do perfil 0-60 cm, para a irrigação diária e lâmina de 80% da evapotranspiração, enquanto que para a lâmina 120% da evapotranspiração, turno de rega de 2 dias e sem a adição da cobertura morta aumentou a salinidade.

Tabela 10 – Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação condutividade elétrica do extrato de saturação (CE dS m^{-1}), para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

	CE dS m ⁻¹			
	Turno rega (1 dia)		Turno rega (2 dias)	
	Com	sem	Com	sem
Cobertura				
Prof. 0 - 20 cm				
Lâmina 80%	4,12aA1	4,82aA1	5,91aA1	4,76aA1
Lâmina 120%	4,08aA1	5,28aA1	3,59bA1	3,46aA2
Prof. 20 - 40 cm				
Lâmina 80%	3,74aA(P=0,056)1	6,07aA1	5,84aA1	6,19aA1
Lâmina 120%	5,11aA1	4,51aA1	3,31aA1	4,22aA1
Prof. 40 - 60 cm				
Lâmina 80%	5,7aA1	7,32aA1	5,88aA1	6,64aA1
Lâmina 120%	5,64aA1	4,45aA1	3,28aA1	6,05aA1

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;
 Maiúscula compara lâmina para cada cobertura;
 Número compara turno de rega.

As relações entre os tratamentos estão apresentadas na Tabela 12, tomando-se por base os tratamentos que geraram menores salinidade. Pode-se notar, por exemplo, que a salinidade no tratamento L1r1c foi apenas 19% superior aos tratamentos L2r2s, na camada 0-20 cm.

Para a camada 20-40 cm, o percentual de aumento foi igualmente baixo (13%), porém na camada mais profunda (40-60 cm) esse valor aumentou para 74%. Embora tenha havido certo acúmulo de sais na profundidade 40-60cm, verificou-se que o manejo da irrigação com água salina de frequência diária, adoção de cobertura morta, e aplicação de lâmina de irrigação reduzida (equivalente a 80% da evapotranspiração da cultura) apresentou-se como promissor, principalmente se for adotado ao final da estação seca, de modo a permitir a lixiviação natural dos sais no período chuvoso, em particular em áreas com drenagem natural adequada, possibilitando maior economia dos recursos hídricos.

Tabela 11 – Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, para condutividade elétrica do solo.

Tratamentos	CE/CE	Tratamentos	CE/CE	Tratamentos	CE/CE
Prof. 0-20 cm		Prof. 20-40 cm		Prof. 40-60 cm	
L1r1c/L2r2s	1,19	L1r1c/L2r2c	1,13	L1r1c/L2r2c	1,74
L1r1s/L2r2s	1,39	L1r1s/L2r2c	1,83	L1r1s/L2r2c	2,23
L1r2c/L2r2s	1,70	L1r2c/L2r2c	1,76	L1r2c/L2r2c	1,79
L1r2s/L2r2s	1,37	L1r2s/L2r2c	1,87	L1r2s/L2r2c	2,02
L2r1c/L2r2s	1,18	L2r1c/L2r2c	1,54	L2r1c/L2r2c	1,72
L2r1s/L2r2s	1,53	L2r1s/L2r2c	1,60	L2r1s/L2r2c	1,36
L2r2c/L2r2s	1,04	L2r2s/L2r2c	1,27	L2r2s/L2r2c	1,84

Em relação à profundidade 0-20 cm, o tratamento com lâmina de 120% da evapotranspiração e frequência de 2 dias, com adição da cobertura morta obteve-se a menor relação (4%). Quando da adoção de lâmina de 80% da evapotranspiração (L1), com cobertura morta o turno de rega de 1 dia tem influencia decisiva, conforme se pode notar L1r1c (19%) e L1r2c (70%).

Quando se analisa a relação para profundidade 20-40 cm, observa-se que a lâmina de 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega de 2 dias e com adição da cobertura morta produziram menor valor de salinidade. A retirada da cobertura morta incrementou a salinidade em 27%. Para a camada mais profunda, a aplicação da lâmina de 120% da evapotranspiração, de dois em dois dias, e sem a cobertura morta incrementou a salinidade em 84%.

De um modo geral, pode-se verificar que a cobertura morta contribuiu tanto para incrementar a umidade da camada superior do solo, como também favoreceu ao processo de lixiviação de sais.

Avaliou-se também a CTC do solo comparando-se os tratamentos. Os resultados da análise estão apresentados na Tabela 13, em função da profundidade do solo. A análise de variância foi significativo apenas para a lâmina na profundidade 0-20 cm (Tabela 12).

Tabela 12 – Análise de variância para CTC (cmolc Kg⁻¹)

Efeitos	CTC (cmolc Kg ⁻¹)		
	Prof. 0-20 cm	Prof. 20-40 cm	Prof. 40-60 cm
Lamina	0,04	0,31	0,74
Rega	0,66	0,62	0,70
Cobertura	0,11	0,56	0,94
Lamina*cobertura	0,89	0,40	0,42
Rega*cobertura	0,53	0,30	0,09
Lamina*rega	0,82	0,08	0,61
Lamina*rega*cobertura	0,34	0,70	0,57
cv (%)	14,13	16,98	19,49

De acordo com a Tabela 13, a lâmina de 80% da evapotranspiração foi mais adequada, pois quanto maior for à troca catiônica, mais equilibrada fica a solução.

Tabela 13 – Capacidade de troca catiônica (CTC), para lâminas de 80 e 120% da evapotranspiração.

CTC (cmolc Kg ⁻¹)	
Lâmina	
80%	11,34 a

120% 10,32 b

A análise de variância foi significativa para lâmina, turno de rega e cobertura morta e para profundidade 0-20 cm e foi significativo para turno de rega e cobertura morta na profundidade 20-40 cm, mas não ocorreu interação significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

Tabela 14 - Análise de variância para percentagem de sódio trocável (PST).

Efeitos	PST		
	Prof. 0-20 cm	Prof. 20-40 cm	Prof. 40-60 cm
Lamina	0,6073	0,4156	0,2851
Rega	0,1484	0,4993	0,9745
Cobertura	0,6244	0,7781	0,8711
Lâmina*cobertura	0,4012	0,1981	0,34
Rega*cobertura	0,6932	0,0185	0,2853
Lâmina*rega	0,3469	0,0508	0,4403
Lâmina*rega*cobertura	0,0055	0,4538	0,5672
Cv	12,41	14,69	15,232

4.6 – Conteúdo de cálcio, magnésio, cloro e sódio no solo

Para o cálcio, todos os tratamentos foram significativos, tendo havido interação entre os tratamentos na profundidade 0-20 cm. A Tabela 16 apresenta o resultado da análise estatística para os tratamentos com lâmina de 80% e 120% da evapotranspiração, turnos de rega de 1 e 2 dias, com e sem adição da cobertura morta.

Tabela 15 – Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação ao conteúdo de cálcio trocável no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm

Cobertura	Cálcio cmolc kg ⁻¹			
	1 dia		2 dias	
	Com	sem	com	sem
Prof. 0-20 cm				
Lâmina 80%	5,68aA1	7,00aA1	7,40aA1	7,66aA1

Lâmina 120%	5,15aB1	6,73aA1	4,22aA1	4,62aA1
Prof. 20 – 40 cm				
Lâmina 80%	1,85aA1	2,38aA1	2,38aA1	2,24aA1
Lâmina 120%	1,72aA1	1,85aA1	2,38aA1	2,64aA1
Prof. 40 – 60 cm				
Lâmina 80%	2,11aA1	2,24aA1	2,11aA1	2,24aA1
Lâmina 120%	1,85aA1	1,85aA1	2,51aA1	2,51aA1

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;

Maiúscula compara lâmina para cada cobertura;

Número compara turno de rega.

A concentração de cálcio trocável foi elevada na profundidade 0-20 cm, quando comparada com as profundidades 20-40 cm e 40-60 cm. Na profundidade 0-20 cm verificou-se que, quando se aplicou a lâmina de 120% da evapotranspiração, com cobertura morta e turno de rega 1 dia, houve diferença significativa para a lâmina. Observa-se, no caso do cálcio trocável, que para todos os tratamentos teve uma redução da sua concentração ao longo da profundidade.

Quando se considera a concentração de cálcio média do perfil 0-60 cm, pode-se notar que os tratamentos L2r1c e L2r2c produziram resultados bastante semelhantes (2,91 e 3,04 cmolc kg⁻¹), e próximos ao valor de 3,21 cmolc kg⁻¹ do tratamento L1r1c. No caso de se analisar a zona radicular (0-40 cm), o tratamento que conduz a maior concentração é L2r2c.

Nas relações entre os tratamentos para o cálcio trocável (Tabela 17), verifica-se que a lâmina de 120% da evapotranspiração acarreta os menores valores de cálcio trocável.

Tabela 16 - Relações entre os tratamentos, lâminas de 80% evapotranspiração (L1) de e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as três profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, a concentração de cálcio trocável.

Tratamentos Prof. 0-20 cm	Ca ⁺² / Ca ⁺²	Tratamentos Prof. 20-40 cm	Ca ⁺² / Ca ⁺²	Tratamentos Prof. 40-60 cm	Ca ⁺² / Ca ⁺²
L1R1C/L2R2C	1,34	L1R1C/L2R1C	1,07	L1R1C/L2R1C	1,14
L1R1S/L2R2C	1,66	L1R1S/L2R1C	1,38	L1R1S/L2R1C	1,21
L1R2C/L2R2C	1,75	L1R2C/L2R1C	1,38	L1R2C/L2R1C	1,14
L1R2S/L2R2C	1,82	L1R2S/L2R1C	1,30	L1R2S/L2R1C	1,21
L2R1C/L2R2C	1,22	L2R1S/L2R1C	1,07	L2R2C/L2R1C	1,36
L2R1S/L2R2C	1,59	L2R2C/L2R1C	1,38	L2R2S/L2R1C	1,36
L2R2S/L2R2C	1,09	L2R2S/L2R1C	1,53		

A lâmina 120%, turno de rega 2 dias, e sem adição da cobertura morta gerou concentração de 9% maior em relação ao tratamento com adição da cobertura morta, para a camada de 0-20 cm. O tratamento com lâmina de 80% da

evapotranspiração, turno de rega diário, e com cobertura morta (L1r1c) produziu concentrações de cálcio 34% superiores ao tratamento L2r2c, para a camada 0-20 cm. Nas profundidades 20-40 cm e 40-60 cm, as relações das concentrações também foram influenciadas pela cobertura morta.

Para o sódio trocável houve significância na análise de variância, mas, para o teste de Tukey não se detectou diferença entre os tratamentos (Tabela 17).

Tabela 17 – Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação ao conteúdo de sódio trocável no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm

Cobertura	Sódio cmolc kg ⁻¹			
	1 dia		2 dias	
	Com	Sem	Com	Sem
Prof. 0 - 20 cm				
Lamina 80%	0,22aA1	0,27aA1	0,22aA1	0,20aA1
Lamina 120%	0,22aA1	0,23aA1	0,17aA1	0,26aA1
Prof. 20 – 40 cm				
Lâmina 80%	0,25aA1	0,28aA1	0,24aA1	0,32aA1
Lâmina 120%	0,27aA1	0,21aA1	0,21aA1	0,24aA1
Prof. 40 – 60 cm				
Lamina 80%	0,21aA1	0,24aA1	0,22aA1	0,24aA1
Lamina 120%	0,22aA1	0,20aA1	0,21aA1	0,20aA1

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;

Maiúscula compara lâmina para cada cobertura;

Número compara turno de rega.

A análise de variância para o sódio trocável indica que houve significância para lâminas de 80% e 120 % da evapotranspiração, turno de rega, adição ou não da cobertura morta e profundidade, mas que não houve diferença entre as interações, para trocável (Tabelas 17). Vale salientar que a concentração de sódio trocável, após o período de cultivo, não foi elevada quando comparada com a inicial do solo (Tabelas 2).

A variação da concentração deste elemento de acordo com a profundidade foi baixa após a aplicação dos tratamentos. Os tratamentos que conduziram a menores concentrações foram L2R2C, para as camadas 0-20 cm e 20-40 cm, e L2R1S para a

acamada 40-60 cm. Entretanto, cabe salientar que para essa última camada o tratamento L2R2C produziu resultados muito semelhantes ao L2R1S (diferença de 5%), como pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18 - Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (um e dois dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as três profundidades, para sódio (Na^+).

Tratamentos Prof. 0-20 cm	Na/Na ⁺	Tratamentos Prof. 20-40 cm	Na ⁺ /Na ⁺	Tratamentos Prof. 40-60 cm	Na ⁺ /Na ⁺
L1R1C/L2R2C	1,29	L1R1C/L2R2C	1,19	L1R1C/L2R1S	1,05
L1R1S/L2R2C	1,59	L1R1S/L2R2C	1,33	L1R1S/L2R1S	1,20
L1R2C/L2R2C	1,29	L1R2C/L2R2C	1,14	L1R2C/L2R1S	1,10
L1R2S/L2R2C	1,18	L1R2S/L2R2C	1,52	L1R2S/L2R1S	1,20
L2R1C/L2R2C	1,29	L2R1C/L2R2C	1,29	L2R1C/L2R1S	1,10
L2R1S/L2R2C	1,35	L2R2S/L2R2C	1,14	L2R2C/L2R1S	1,05
L2R2S/L2R2C	1,53				

Com relação ao sódio solúvel a análise de variância foi significativa para os tratamentos, mas não apresentaram diferença entre as interações (Tabela 19).

Tabela 19 – Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação ao conteúdo de sódio solúvel no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm

	Sódio solúvel (mmolc dm^{-3})			
	1 dia		2 dias	
	com	Sem	com	Sem
Prof. 0 - 20 cm				
Lâmina 80%	25,6aA1	41,3aA1	29,8aA1	32,5aA1
Lâmina 120%	21,3aA1	32,3aA1	26,5aA1	26,7aA1
Prof. 20 – 40 cm				
Lâmina 80%	28,6aA1	40,2aA1	46,1aA1	53,6aA1
Lâmina 120%	40,0aA1	32,5aA1	32,4aA1	34,8aA1
Prof. 40 – 60 cm				
Lâmina 80%	33,8aA1	38,7aA1	44,1aA1	45,4aA1
Lâmina 120%	42,5aA1	37,1aA1	27,4aA1	46,1aA(P=0,1011)1

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;
Maiúscula compara lâmina para cada cobertura;
Número compara turno de rega.

Mesmo não havendo diferença significativa, vale salientar que, para lâmina 80% da evapotranspiração, a adição de cobertura morta contribuiu para reduzir a concentração de sódio nas camadas superficiais. Percebe-se também uma tendência de aumento do teor de sódio solúvel ao longo do perfil, o que pode provocar altas concentrações no lençol freático, e voltar como irrigação causando a

salinização do solo. A Tabela 21 apresenta as diversas relações entre os tratamentos. Para as camadas 0-20 cm e 20-40 cm o tratamento que gerou menores concentrações de sódio solúvel foi L2r1c. Os tratamentos L2r2c e L1r1c geraram concentrações, respectivamente, 24% e 20% superiores, para a camada 0-20 cm, e 13% e 39% superiores, respectivamente, para a camada 20-40 cm. Na camada 40-60 cm, o tratamento que apresentou melhor resultado foi L2r2c, com o tratamento L1r1c produzindo concentrações superiores.

Observa-se o teor médio de sódio no perfil 0-60 cm, pode-se constatar, utilizando-se os dados da Tabela 20, que os tratamentos que produziram menores valores foram o L2r2c e L1r1c, com 2,88 e 2,93 cmolc dm^{-3} , respectivamente. Quando se considera a camada 0-40 apenas, correspondente à zona radicular, o tratamento L1r1c, supera o L2r2c, fornecendo os valores 2,71 e 2,95 cmolc dm^{-3} .

O sódio solúvel elevou-se completamente, após o período de cultivo, para as profundidades estudadas foi no mínimo 13 vezes maior e no máximo 25 vezes maior, a sua concentração anterior aos tratamentos.

Verifica-se na tabela 20, que quando adiciona a cobertura morta para uma mesma lâmina e mesmo turno de rega, para as profundidades estudadas, ocorre uma redução na relação da concentração do sódio solúvel.

Tabela 20 - Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, para sódio (Na^+) solúvel.

Tratamentos Prof. 0-20 cm	Na+/Na+ (solúvel)	Tratamentos Prof. 20-40 cm	Na+/Na+ (solúvel)	Tratamentos Prof. 40-60 cm	Na+/Na+ (solúvel)
L1R1C/L2R1C	1,20	L1R1S/L2R1C	1,41	L1R1C/L2R2C	1,23
L1R1S/L2R1C	1,94	L1R2C/L2R1C	1,61	L1R1S/L2R2C	1,41
L1R2C/L2R1C	1,40	L1R2S/L2R1C	1,87	L1R2C/L2R2C	1,61
L1R2S/L2R1C	1,53	L2R1C/L2R1C	1,39	L1R2S/L2R2C	1,66
L2R1S/L2R1C	1,52	L2R1S/L2R1C	1,14	L2R1C/L2R2C	1,55
L2R2C/L2R1C	1,24	L2R2C/L2R1C	1,13	L2R1S/L2R2C	1,35
L2R2S/L2R1C	1,63	L2R2S/L2R1C	1,22	L2R2S/L2R2C	1,68

Houve apenas diferença significativa para a profundidade 20-40 cm, para lâmina de 120% da evapotranspiração, o que possivelmente deve ter sido a lavagem intermitente, pois o cloro é móvel no solo o que pode ser facilmente lixiviado. Mesmo adicionando menor quantidade de água, mas aplicando diariamente a redução deste elemento é favorecida ainda mais quando se adiciona a cobertura morta.

Tabela 21 – Efeito da cobertura morta, turno de rega e lâmina de irrigação, em relação ao conteúdo de cloro solúvel no solo, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm

Cobertura	Cloro (cmolc kg ⁻¹)			
	1 dia		2 dias	
	com	Sem	Com	sem
Prof. 0-20 cm				
Lâmina 80%	1,49aA1	1,66aA1	2,03aA1	2,05aA1
Lâmina 120%	1,55aA1	1,63aA1	1,28aA1	1,2aA1
Prof. 20-40 cm				
Lâmina 80%	1,43aA1	1,9aA1	2,19aA1	1,9aA1
Lâmina 120%	2,03aA1	1,6aA1	1,01bA1	1,49aA1
Prof. 40-60 cm				
Lâmina 80%	1,7aA1	2,05aA1	1,94aA1	2,02aA1
Lâmina 120%	1,89aA1	1,43aA1	1,2aA1	1,63aA1

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina;

Maiúscula compara lâmina para cada cobertura;

Número compara turno de rega.

A relação entre os tratamentos Tabela 22, verifica-se novamente que a lâmina de lixiviação teve uma influencia para redução deste elemento no solo. Em todas as profundidades estudadas verificou-se que a lâmina de lixiviação contribuiu para redução do cloro solúvel.

Tabela 22 - Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, para cloro solúvel (Cl⁻).

Treatment	Cl ⁻ /Cl ⁻	Treatment	Cl ⁻ /Cl ⁻	Treatment	Cl ⁻ /Cl ⁻
Prof. 0-20 cm		Prof. 20-40 cm		Prof. 40-60 cm	
L1r1c/L2r2s	1,24	L1r1c/L2r2c	1,40	L1r1c/L2r2c	1,42
L1r1s/L2r2s	1,38	L1r1s/L2r2c	1,88	L1r1s/L2r2c	1,7
L1r2c/L2r2s	1,69	L1r2c/L2r2c	2,17	L1r2c/L2r2c	1,62
L1r2s/L2r2s	1,71	L1r2s/L2r2c	1,88	L1r2s/L2r2c	1,68
L2r1c/L2r2s	1,29	L2r1c/L2r2c	2,00	L2r1c/L2r2c	1,57
L2r1s/L2r2s	1,36	L2r1s/L2r2c	1,58	L2r1s/L2r2c	1,19
L2r2c/L2r2s	1,07	L2r2s/L2r2c	1,47	L2r2s/L2r2c	1,36

A análise de variância foi significativa e apenas na profundidade 40-60 cm houve diferença significativa na interação entre os tratamentos (Tabela 23).

A concentração do magnésio solúvel (Tabela 23) aumentou em todos os tratamentos, mesmo utilizando-se água onde não foi adicionado este elemento, mas foi adotado na solução nutritiva, em que este elemento estava na forma de sulfato de magnésio.

Tabela 23 - Concentração de magnésio solúvel no solo, para as lâminas de irrigação 80% e 120% da evapotranspiração, turno de rega de 1 dia e 2 dias e adição ou não da cobertura morta, para profundidades 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

Magnésio solúvel (cmolc dm⁻³)				
Cobertura	1 dia		2 dias	
	Com	sem	com	sem
Prof. 0-20 cm				
Lâmina 80%	0,93aA1	1,5aA1	1,74aA1	1,24aA1
Lâmina 120%	0,93aA1	1,18aA1	0,74aA1	0,74aA1
Prof. 20-40 cm				
Lâmina 80%	2,05a (0,10)A1	4,58aA1	4,00aA1	3,35aA1
Lâmina 120%	2,48aA1	2,29aA1	0,99aA(0,07)1	2,1aA1
Prof. 40-60 cm				
Lâmina 80%	4,15aA1	4,03aA1	5,15aA1	5,83aA1
Lâmina 120%	4,4aA1(0,15)	2,66aA1	1,12bB1	4,77aA1

Minúsculas comparam cobertura morta para cada lâmina
Maiúscula compara lâmina para cada cobertura
Número compara turno de rega.

Com base na Tabela 24, pode-se verificar que o tratamento utilizando lâmina de 120% da evapotranspiração, com frequência de 2 dias, e com adição de cobertura morta produziu as menores concentrações de magnésio solúvel no solo nas três profundidades. Para a lâmina de 80%, pode-se notar a importância da cobertura morta nos níveis de magnésio solúvel no solo.

Tabela 24 - Relações entre os tratamentos, lâminas 80% evapotranspiração (L1) e 120% da evapotranspiração (L2), turno de rega (1 e 2 dias), com (C) ou sem (S) adição da cobertura morta, para as profundidades, 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm para magnésio (Mg⁺²)

Tratamento	Mg ⁺² /Mg ⁺²	Tratamento	Mg ⁺² /Mg ⁺²	Tratamento	Mg ⁺² /Mg ⁺²
Prof. 0-20 cm		Prof. 20-40 cm		Prof. 40-60 cm	
L1r1c/L2r2s	1,25	L1r1c/L2r2s	2,06	L1r1c/L2r2s	3,70
L1r1s/L2r2S	1,42	L1r1s/L2r2S	4,62	L1r1s/L2r2S	3,59
L1r2c/L2r2S	2,33	L1r2c/L2r2S	4,00	L1r2c/L2r2S	4,59
L1r2s/L2r2S	1,67	L1r2s/L2r2S	3,37	L1r2s/L2r2S	5,20
L2r1c/L2r2S	1,25	L2r1c/L2r2S	2,50	L2r1c/L2r2S	3,93
L2r1s/L2r2S	1,58	L2r1s/L2r2S	2,31	L2r1s/L2r2S	2,37
		L2r2s/L2r2S	2,00	L2r2s/L2r2S	4,26

Foi realizada a análise de variância para o magnésio trocável, tendo-se detectado efeito apenas para o turno de rega (Tabela 25). O turno de rega de 2 dias produziu uma redução na concentração do magnésio trocável, em relação à frequência de 1 dia, provavelmente devido ao solo estar mais úmido, havendo maior troca deste elemento para a solução do solo.

Tabela 25 - Efeito do turno de rega no magnésio trocável (Mg^{+2} cmolc kg^{-1}) na profundidade 20-40 cm

Turno rega	Mg^{+2} (cmolc kg^{-1})
1 dia	2,9 a
2 dias	1,62 b

5 – CONCLUSÕES

- A adoção de lâmina de 80% da evapotranspiração, com adição de cobertura, irrigado diariamente para a cultura do pimentão nas condições estudadas, permitiu uma adequada produção;

- O manejo com lâmina de lixiviação, em caráter intermitente (de dois em dois dias) garantiu adequada lixiviação dos sais e produção do pimentão, principalmente com a utilização da cobertura morta;

- A cobertura morta possibilitou uma maior umidade do solo na subsuperfície, bem como favoreceu ao processo de lixiviação de sais, gerando menores condutividades elétricas médias do perfil, e ainda viabilizando a redução do volume total de água aplicado (lâmina de 80%), sem comprometimento da produção;

- Comparando com o solo anterior aos tratamentos utilizados no estudo verificou-se que ocorreu a salinização do solo;

- A lâmina de 80% da evapotranspiração e adição de cobertura morta contribuíram para reduzir a concentração de sódio solúvel nas camadas superficiais.

- A presença de cobertura morta, proporcionou menores diâmetros dos frutos de pimentão.

REFERÊNCIAS

Ayers, R. S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

Barros, L.C.G.; Hanks, R. J. Evapotranspiration and yield of beans as affected by mulch and irrigation. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.692-697, 1993.

Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P. Métodos de análises químicas em plantas. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2004. 165 p.

Blanco F. F.; Folegatti M. V. Salt accumulation and distribution in a greenhouse soil as affected by salinity of irrigation water and leaching management. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.3, p.414-419, 2002.

Borges, A. L.; Souza, L. da S. Cobertura vegetal del suelo para el banano. In: Reunión Acorbat, 13., Quayaquil, Equador, 1998. Memorias... Quayaquil, Equador: Conaban/Acorbat, 1998. p. 608-617.

Carvalho, D. F.; Sobrinho, T. A.; Panachuki, E.; Vitorino, A. C. T.; Urchei, M. A. Infiltração de água no solo em sistema de integração agricultura-pecuária. In:

Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 33, São Pedro, 2004. Anais... São Pedro: SBEA, 2004.

Cebula, L. Black and transparent mulches in greenhouse production of sweet pepper II light conditions and the generative development of plants. *Folia-Horticulture*, v. 7, n.2, p. 59-67, 1995.

Cecílio, R. A., Silva, D. D., Pruski, F. F. E Martinez, M. A. Modelagem da infiltração de água no solo sob condições de estratificação utilizando-se a equação de Green-Ampt. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.3, p.415-422, 2003.

Childs, J.L.; Wallander, W.W.; Hopmans, J.W. Spatial and variation of furrow infiltration. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. New York, v. 119, n.1, p. 74-90, 1993.

Cintra, F. L. D. Manejo e conservação do solo em bananais. *Revista brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.10, n.1, p.65-73, 1988.

Corrêa, M.M. Ribeiro, M.R. Levantamento detalhado de solos da fazenda Nossa Senhora do Rosário, UFRPE/UFPE/CNPq/BNB 2001, Relatório de Projeto.

Costa, M.S.V. Determinação da evapotranspiração de referência por evapotranspirômetro de pesagem hidráulica com arranjo de "pistão de mercúrio". Recife: UFRPE, 1999. 86p. Dissertação Mestrado

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).

Doorenbos, J. Kassam. A.H.Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande. Universidade Federal Paraíba, 2000, 221 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.

Farias, C. H. A.; Sobrinho, J. E.; Medeiros, J. F.; Costa M. C.; Nascimento, L. B. e Silva, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande. v.7, n.3, p.445-450, 2003.

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*, v.11, p. 145-151, 1999.

Freitas, J.A.G. *Evapotranspirômetro por sensor de carga hidráulica: construção, calibração e testes*. Recife: UFRPE, 1994. 122p. Dissertação Mestrado

Freitas, P.S.L.; Mantovani, E.C.; Sediama, 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.

Gheyi, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: Oliveira, T.; Assis, R. N.; Romero, R. E.; Silva, J. R. C. (eds.), *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Fortaleza: UFC, 2000. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 329-345.

Grattans, S. R.; Grieve, C. M.; Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessaraki, M. (ed). *Plant and crop stress*. Tucson Macel Dekker, 1993. p. 203-226.

Jadoski, S. O. Alterações morfo-fisiológicas em plantas de Pimentão sob deficiência hídrica. Botucatu: UNESP, 2002. 140p. Tese Doutorado

Jalota, S. K.; Prihar, S. S. Hardcover. Site barnesandnoble. Iowa State University, 1998. <<http://shop.barnesandnoble.com/booksearch/isbnInquiry.asp>>. Nov. 2005.

Keiffer, C.H.; Ungar, I. A. Germination and establishment of halophytes on brine-affected soils. *Journal of Applied Ecology*, v. 39, p.402-415, 2002.

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.

Kluthcouski, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um Latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas do milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio. Piracicaba: ESALQ, 1998, 179p. Tese doutorado

Leal, I. G. Utilização de *Atriplex nummlaria* e gesso de jazida na fitorremediação de solo salino-sódico. Recife: UFRPE, 2005, 45 p. Dissertação Mestrado

Leonardo, M. Estresse salino induzido em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) fertirrigadas e seus efeitos sobre a produtividade e parâmetros bioquímicos. Botucatu: UNESP, 2002, 118 p. Dissertação Mestrado

Lima, A.L. Efeitos de sais no solo e na planta. In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J.E.; Medeiros, J.F. de (ed). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. p. 113-136.

Medeiros, J.F. Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão. Piracicaba: ESALQ, 1998, 152p. Tese Doutorado

Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. Aproveitamento sustentável de aquíferos aluviais no semi-árido. In: Cabral, J.S.P.; Ferreira, J. P. C. L.; Montenegro, S. M. G; Costa, W. D. Água subterrânea: aquíferos costeiros e aluviões,

vulnerabilidade e aproveitamento. Tópicos especiais em Recursos Hídricos. Recife: UFPE , 2004. v. 4. 447 p.

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. CD-ROM.

Moreira, J.A.A.; Stone, L.F. Sistema radicular do feijoeiro afetado pelo preparo do solo e pela lâmina de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, 1995, Viçosa. Resumos... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.3, p.1746-1748.

Munns, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* v. 25, p. 239-250, 2002.

Naidu, B. P., Production of hetaine from Australian *Melaleuca* spp. Is use in agriculture to reduce plant stress. *Aus. J. Exp. Agri.* v. 43, p. 1163-1170, 2003.

Oliveira, C. A. P.; Souza, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n.2, 2003.

Pereira, F.A.M. Metodologias de análises químicas para solos afetados por sais no Nordeste. Areia: UFPB, 1981. 71 p. Dissertação Mestrado

Pereira, A.R.; Villa Nova, N.A.; Sedyama, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

Qadir, M.; Quresshi, R. H.; Ahmad, N. Horizontal flushing: a promising ameliorative technology for the saline-sodic and sodic soil. *Soil & Tillage Research*, v. 45, p. 119-131, 1998.

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*, v. 20 n.3, 2002.

Rhoades, J.D.; Kandiah, A.; Mashalli, A.M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133 p. Irrigation and Drainage Paper, 48

Ribeiro, M.R.; Freire, F.J.; Montenegro, A.A.A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Curi, N.; Marques, J.J.; Guilherme, L.R.G.; Lima, J.M.; Lopes, A.S.; Alvarez V., V.H. (ed) *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3, p.165-208.

Richards, L.A. (ed.) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160 p. 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

Santiago, F. S. Efeito do manejo da irrigação na salinidade e umidade de um Neossolo Flúvico, com a cultivar de repolho midori (*Brassica oleracea* var. *capitata*) no município de Pesqueira-PE. Recife: UFRPE, 2002. 84p. Dissertação Mestrado

Santos, F.X. Lísímetro 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. Estados Unidos, 1999, 1 CD-ROM.

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/Venezuela, v. 26, n. 12, p. 615-618, 2001.

Silva, E. F.; Assis Júnior, R. N.; Souza, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um Neossolo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v 29, p 389-396, 2005.

Silva, T.J.A. Aplicação de evapotranspirômetro de pesagem no estudo de relações entre a evapotranspiração de referência medida estimada no Semi-árido Nordeste. Recife: UFRPE, 2000, 95p. Dissertação Mestrado

Souza, F. Irrigação, desenvolvimento e tecnologia. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2000. 94 p.

Stone, L.F.; Moreira, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.

Thomas, G.W.. Exchangeable cations. In: Page, A.C., Miller, R.H. Keeney, D.R. (eds.). Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy monograph 9 2. ed. Madison: ASA/SSSA, 1982. p. 159-165.

Walker, W.R. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. Rome: FAO, 1989, 138p. (FAO. Irrigation and Drainage, N. 45).

Urchei, M. A. Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação. Botucatu, 1996.131 p. Tese Doutorado.

Zhu, J. K. Plant salte tolerance. Trends in plant science, v. 6, n. 2, p. 66-71, 2001.