

JOSÉ FRANCISCO DE CARVALHO

**Manejo de irrigação no cultivo do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*
L.) em solo aluvial no Semi-Árido**

RECIFE, 2009

JOSÉ FRANCISCO DE CARVALHO

**Manejo de irrigação no cultivo do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*
L.) em solo aluvial no Semi-Árido**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte das
exigências do Programa de Pós –
Graduação para obtenção do título
de Mestre em Engenharia Agrícola

Orientador:

Prof. Dr. Abelardo Antônio de
Assunção Montenegro.

Co – Orientadores:

Prof. Dr. Ênio Farias de França e
Silva e Dr. Tales Miler Soares

Recife, 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

C331m Carvalho, José Francisco de
Manejo de irrigação no cultivo do repolho (*Brassica ole -
racea var. capitata* L.) em solo aluvial no Semi-árido /
José Francisco de Carvalho. -- 2009.
118 f.

Orientador : Abelardo Antônio de Assunção Montenegro
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depar -
tamento de Tecnologia Rural.
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 635. 34

1. Repolho
2. Irrigação
3. Produtividade
4. Cobertura morta
5. Salinidade do solo
 - I. Montenegro, Abelardo Antônio de Assunção
 - II. Título

**Manejo de irrigação no cultivo do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*
L.) em solo aluvial no Semi-Árido.**

JOSÉ FRANCISCO DE CARVALHO

Dissertação defendida e aprovada em 27 de Fevereiro de 2009 pela Banca
Examinadora:

Orientador:

Abelardo Antônio de Assunção Montenegro, Prof. PhD

DTR/UFRPE

Examinadores:

Ênio Farias de França e Silva, Prof. Dr.

DTR/UFRPE

Tales Miler Soares, Dr.

DTR/UFRPE

José Francismar de Medeiros, Prof. Dr.

DCA/UFERSA

Aos meus pais Francisco Emídio e Francisca Minervina com todo amor e por serem a razão do meu esforço

OFEREÇO

Aos meus irmãos João, Raimundo e Cícero.

Às minhas irmãs Maria, Rosimar e Josefa
Cleide.

Aos meus Sobrinhos e sobrinhas

Aos meus Cunhados e Cunhadas

DEDICO.

Minha vida é andar por esse país

Pra ver se um dia descanso feliz

Guardando recordações das terras onde passei

Andando pelos sertões e os amigos que lá deixei

Luiz Gonzaga/Hervê Cordovil

Nessa estreaada!!! Quem pode me seguir sou eu, sou eu, sou eu, sou eeeu!!!

Graço/Caio Silva/Raimundo Fagner

“Sonhe alto... Queira o melhor do melhor... Se pensarmos pequeno... Coisas pequenas teremos... Mas, se desejarmos fortemente o melhor e, principalmente, lutarmos pelo melhor... O melhor vai se instalar em nossa vida. Porque sou do tamanho daquilo que vejo, e não do tamanho da minha altura”.

Carlos Drummond de Andrade

AGRADECIMENTOS

À natureza pelas inspirações que me deu e por me fazer forte para romper impedimentos espinhosos.

Ao meu orientador professor Dr. Abelardo Montenegro pela orientação, estímulo, paciência, seu valioso conhecimento, experiência, suas idéias e pela parceira do projeto desenvolvido durante o mestrado.

Aos meus co – orientadores Professor Dr. Ênio Farias e o Dr. Tales Miler pelo acompanhamento, estímulo, conselhos e pelas sugestões constantes durante essa realização. Sou ciente que tudo isso só me ajudou a crescer.

Aos amigos de residência José de Almeida, Júlio Nascimento e Capixaba pela amizade e pelos momentos de descontração.

Ao Dr. Milton Cardoso, Dr. Edson Bastos e Dr. Andrade Júnior da Embrapa Meio Norte pela confiança que sempre tiveram em mim.

Ao CNPq – CT Hidro - pela concessão da bolsa de mestrado. À Coordenação do programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola (em nome do professor Mário Rolim) pelo apoio concedido sempre que necessário e à UFRPE pelas instalações a minha disposição.

À Ferligran (Fertilizantes Líquidos e Granulados do Nordeste Ltda) pela doação da adubação utilizada no experimento.

Aos meus amigos e amigas do mestrado e doutorado Waldirene, Bianca, Mércia, Thais Emanuelle, Tafnes, Leila ao grande professor Manuel Vieira, Gledson Luiz, Thiciano, Benjamin, Jorge Figueredo, Salú, Ricardo, Alexandre, Graciliano, Marcos, Eduardo, Betinho, Mateus, Lúcio, Novaes, Waldemir Júnior, Adriana, Cícero, George e aos Prof^s. Anildo, Edivan, Albert e Chico Xavier que em pouco tempo de curso soubemos construir uma bela amizade.

Aos peladeiros do futebol de quadra, em especial Olavo Ferraz e Irenilson pela descontração, amizade e divertimento.

Aos Graduandos da sala 03: Isaac Ponciano, Cleber, Ana Paula (a Ciência), Edmilson, Zé Marcelo, Robertson, Fernando, Jéssica e Raquele.

Ao professor Dimas por suas palavras e idéias durante o meu experimento, isso serviu como estímulo empolgação que me tornou mais profissional.

À professora Elvira Pedrosa pelas sugestões, apoio e pela atenção prestada sempre que foi necessário.

Ao professor João Audifax pela atenção, ensinamentos e idéias discutidas durante organização dos dados e a parte escrita da dissertação.

A todos os meus professores da Pós-graduação, pela contribuição que deram ao meu crescimento pessoal e acadêmico durante o curso.

Aos funcionários da UFRPE, José Luiz (Lulinha), Júnior Granja, Sônia, Ednalva (Nana) e Anacleto pela ajuda prestada ao longo do curso.

Ao Sr. Vivaldo Tavares de Araújo, pela considerável ajuda: tanto pela área disponibilizada como pela sua dedicação no manejo experimental durante a etapa de campo.

Para não pecar por alguma omissão, deixo aqui a minha mais profunda gratidão a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para este feito.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
CAPÍTULO I: Status da água em Neossolo Flúvico irrigado por microaspersão utilizando diferentes freqüências e cobertura no semi-árido	13
RESUMO	13
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	18
Estimativa da evapotranspiração de referência (ET _o)	21
Métodos utilizados para comparação da evapotranspiração da cultura	21
Determinação da curva de retenção de umidade do solo	22
Determinação de tensões e umidade na área experimental	23
Calibração da sonda de nêutrons	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
Avaliação da vazão, da pressão e dos coeficientes de variação nas linhas laterais.	26
Desempenho do sistema de irrigação e da eficiência da aplic. de água	27
Dinâmica das tensões e umidades do experimento	30
CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO II: Crescimento e desenvolvimento do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina	46
RESUMO	46
ABSTRACT	46
INTRODUÇÃO	47
MATERIAL E MÉTODOS	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64

CAPÍTULO III: Produtividade do repolho em função da cobertura morta e intervalos de irrigação com água moderadamente salina	69
RESUMO	69
ABSTRACT	69
INTRODUÇÃO	70
MATERIAL E MÉTODOS	72
Preparo do solo e delineamento experimental	73
Irrigação	73
Condução do experimento	75
Eficiência de uso da água	76
Análise estatística	77
RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIAS	88
CAPÍTULO IV: Salinidade em solo aluvial cultivado com repolho usando cobertura e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina	94
RESUMO	94
ABSTRACT	94
INTRODUÇÃO	95
MATERIAL E MÉTODOS	97
RESULTADOS E DISCUSSÃO	100
CONCLUSÕES	109
REFERÊNCIAS	110
CONCLUSÕES FINAIS	114
ANEXO 1	115

INTRODUÇÃO GERAL

O repolho é uma cultura que manifesta seu potencial produtivo quando cultivada em temperaturas amenas. De acordo com FILGUEIRA (2002), temperaturas elevadas ocasionam a formação de cabeças de repolho pouco compactas ou a total ausência destas. Seu melhor desenvolvimento vegetativo ocorre em temperaturas entre 15-20°C.

No semi-árido nordestino, particularmente nas áreas aluvionares, a cultura do repolho é importante por fazer parte do panorama da exploração agrícola em escala familiar irrigada, e por ser instrumento gerador de renda e promotor de desenvolvimento social (SANTIAGO et al., 2004).

As freqüências de irrigação possuem papel importante no controle da salinização. Segundo RHOADES et al. (1992), o controle da freqüência de irrigação é uma das práticas potenciais de manejo de água disponível aplicável a solos e águas salinas. Evidências experimentais sustentam como recomendação adequada, redução do intervalo de irrigação, quando se utiliza água salina porque mantém alto o potencial mátrico e osmótico evitando maior secamento do solo entre irrigações.

A salinidade é um fator de preocupação com proporção mundial, dado ao aumento crescente de áreas de cultivos consideradas não agricultáveis. Solos afetados por sais podem reduzir as produções agrícolas a níveis antieconômicos (AYERS e WESTCOT, 1999). Áreas sujeitas a balanços hídricos anuais negativos estão mais propensas a sofrer com a salinização, a exemplo do que ocorre com o semi-árido nordestino. A tolerância das culturas à salinidade é variável em função da espécie, cultivar e fenologia, sendo que as culturas anuais, em especial as olerícolas, apresentam maior sensibilidade segundo SANTOS (2008).

A cobertura morta exerce papel importante quando utilizada em regiões áridas e semi-áridas, porque tende a reduzir a evapotranspiração. A umidade do solo se mantém elevada, mantendo a necessidade hídrica exigida pela cultura em níveis satisfatórios. Com isso, os sais presentes ficam mais dissolvidos, podendo ocorrer lixiviação para as camadas mais profundas do solo.

O presente trabalho contempla, através de pesquisa experimental de campo, a avaliação do manejo da irrigação, e os efeitos combinados da adoção de freqüências de irrigação da cobertura morta sobre o crescimento e a produtividade do repolho, em condições do semi-árido nordestino, com água de irrigação moderadamente salina. Assim, o objetivo do trabalho foi: avaliar o efeito das diferentes freqüências de irrigação, associadas ao uso da cobertura morta, no crescimento e rendimento da cultura do repolho, adotando-se água moderadamente salina, utilizando-se o Tanque Classe "A" para manejo das lâminas de irrigação. Adicionalmente, investigou-se a dinâmica de umidade e de salinidade do solo, para os diferentes tratamentos considerados.

CAPÍTULO 1

Conteúdo de umidade em Neossolo Flúvico irrigado por microaspersão utilizando diferentes freqüências e cobertura no semi-árido

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da umidade do solo em uma área experimental cultivada com repolho, submetido a diferentes turnos de rega, no semi-árido Pernambucano. As lâminas de irrigação foram aplicadas a partir de leituras diárias de Tanque Classe “A”, e considerando uma fração de lixiviação de 20%. Os tratamentos considerados foram: solo descoberto, solo cultivado com repolho e solo cultivado com repolho na presença de cobertura morta, utilizando um intervalo de irrigação de 24 horas. A umidade foi avaliada em duas profundidades, constatando-se variação entre as profundidades avaliadas ao longo dos estádios de desenvolvimento da cultura, embora tenham apresentado pouca variação em função da presença ou ausência da cobertura morta. Os intervalos de irrigação de 12, 24 e 48 horas não diferiram significativamente, no tocante à retenção de água no solo.

Palavras-chave: manejo de irrigação, turnos de rega, cobertura morta.

Humidity content in Flúvic Neossol irrigated by microsprinkler adopting different irrigation frequencies end mulching in the semi-arid area

Abstract: The objective of this work was to evaluate the behavior of the soil moisture in an alluvial experimental area cultivated with cabbage, submitted to different irrigation schedules, in the Pernambuco state semi-arid. The irrigation depths were applied based on daily readings of a Class A Pan, plus a leaching fraction of 20%. The considered treatments were: bare soil, soil cultivated with cabbage and soil cultivated with cabbage using mulch, adopting irrigation interval one of 24 hour. Moisture content was evaluated at two depths, being verified variation among the depths evaluates along the crop development stages, although presenting reduced variation as a function of the mulch presence. The irrigation intervals of the 12, 24 end 48 hours have not produced significant effect, regarding soil water retention.

Key words: irrigation management, irrigation schedules, mulching.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso que se torna cada vez mais escasso, sendo muitas vezes desperdiçada nos processos de produção, na irrigação praticada sem um devido manejo, que leve em consideração o equilíbrio do sistema solo-planta-atmosfera.

É necessário tornar mais eficientes os sistemas de irrigação, com relação à conservação da água e da energia. Esse aumento de eficiência deverá reduzir o desperdício no uso da água e a degradação dos ecossistemas, decorrentes da produção de alimentos.

As comunidades usuárias da água, mesmo quando dotadas de baixo nível de conhecimento e com restrito acesso às modernas tecnologias, devem receber orientações com relação ao uso racional desse recurso, que segundo FIOREZE e FREIRE (2006), o consumo mundial de água é de 70% na agricultura irrigada, 22% no setor industrial, e 8% destinados ao consumo humano.

No mundo, uma área correspondente à 18% está sob cultivo irrigado, e produz cerca de 44% da produção total agrícola, enquanto a agricultura de sequeiro responde pelo restante (CHRISTOFIDIS, 2006).

O conhecimento do consumo de água, durante o desenvolvimento de uma cultura, fornece elementos essenciais ao estabelecimento ou aprimoramento de práticas de manejo agrícola que visem à otimização da produtividade.

A determinação da umidade do solo é de grande importância no monitoramento de áreas agrícolas, bem como em estudos que enfoquem a relação solo-água-planta. Existem vários métodos diretos e indiretos para essa determinação, os quais apresentam diferentes vantagens e limitações. Dentre os métodos diretos, pode-se ressaltar o método gravimétrico, por ser bastante usual e normalmente utilizado como padrão para calibrações de métodos indiretos. Entre os métodos indiretos, a utilização da sonda de nêutrons se destaca por permitir a aferição da umidade do solo com o mínimo de alteração

no perfil, e a qualquer momento, de forma rápida e prática (FERREIRA et al., 1998), embora apresente algumas desvantagens, como seu alto custo, necessidade de calibração e utilização de elementos radioativos.

O monitoramento da água do solo também pode ser feito usando tensiômetros, os quais requerem manutenção freqüente (SANTANA et al., 2004). De acordo com COELHO e OR (1999), a localização de cápsula porosa, em pontos entre emissores e planta, é de importância para um adequado manejo da água de irrigação.

Segundo BERNARDO et al. (2008), a baixa eficiência e uniformidade dos sistemas de irrigação, e a limitada lixiviação de sais do solo estão dentre os principais fatores que influenciam na degradação do solo agrícola. Em áreas de agricultura familiar, o cenário de risco de degradação se agrava, devido ao limitado nível de capacitação dos agricultores e de assistência técnica.

Os sistemas de irrigação por microaspersão são caracterizados por apresentar pressão operacional menor que 207 kPa, vazão de 20 a 150 L h⁻¹ e diâmetro de alcance dos emissores variando de 1,5 a 10 m, segundo BERNARDO et al. (2008).

KELLER e BLIESNER (1990) destacam que é recomendável, após a instalação de um sistema de irrigação, proceder-se a testes de campo, com objetivo de se verificar a sua adequação, pois os sistemas de irrigação localizada podem apresentar elevadas eficiências de aplicação, da ordem de 80 a 90%, bem superiores às faixas de 60% a 80%, e de 50% a 70%, dos sistemas por aspersão e superfície, respectivamente.

A eficiência de aplicação de água está relacionada à estimativa da porcentagem do total de água aplicada na irrigação considerada útil às plantas. Segundo FRIZZONE (1992), a eficiência de aplicação incorpora a eficiência de distribuição, considerando as perdas de água por percolação e por evaporação.

A uniformidade da irrigação tem efeito no rendimento das culturas e é considerada um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação. O conceito de uniformidade de distribuição foi introduzido por Christiansen em 1942, referindo-se à variabilidade da lâmina de água aplicada ao longo da extensão da superfície do terreno irrigado. Reduzidos valores de uniformidade determinam, em geral, maior consumo de

água e energia, maior perda de nutrientes e, ao mesmo tempo, podem gerar déficits hídricos às plantas (SCALOPPI e DIAS, 1996).

A baixa uniformidade de distribuição de água pode ser atribuída a muitas causas. Para efeito de avaliação de sistemas já instalados, BRALTS e KESNER (1983) agruparam as causas em: causas hidráulicas – todas aquelas que afetam a pressão de operação dos emissores, podendo ser oriundas de um projeto hidráulicamente mal concebido, da falta de reguladores de pressão ou desajuste desses reguladores, elevada perda de carga, elevado desnível geométrico; e causa de fabricação resultante da baixa uniformidade dos emissores – decorrente do alto coeficiente de variação de fabricação e da obstrução dos emissores.

De acordo com FRIZZONE (1992), para se determinar a eficiência de aplicação da água na irrigação, é comum utilizar coeficientes de uniformidade de distribuição, que expressam a variabilidade de aplicação das lâminas de irrigação. Todavia, com a movimentação de água através dos poros do solo de um local de maior potencial para um de menor potencial, ocorre uma redistribuição da água aplicada e, conseqüentemente, uma melhoria na qualidade da irrigação, que pode estar em dissonância com a avaliada na superfície (PAIVA, 1980).

De acordo com ABREU et al. (1987), a desuniformidade de aplicação nos sistemas localizados resulta dos seguintes fatores: das diferenças de pressão que se produzem na rede, devido às perdas de carga e à irregularidade da topografia do terreno; da insatisfatória uniformidade de fabricação dos emissores, em razão do inadequado controle de qualidade; do inadequado número de emissores por planta; da variação das características hidráulicas do emissor, ao longo do tempo, devido às possíveis obstruções e/ou envelhecimento; da temperatura; do efeito do vento, quando se usa microaspersão; e da variação de fabricação dos reguladores de pressão, quando existirem.

MATOS et al. (2001) afirmam que vários são os fatores que influenciam na uniformidade de distribuição de água do microaspersor, podendo-se citar: posição do suporte, ângulo de irrigação, tronco e folhagem da árvore, elemento distribuidor, pressão de trabalho, reguladores e vazão nominal.

A determinação da quantidade de água necessária para as culturas é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação (MENDONÇA, et al., 2003). Sua quantificação é realizada fazendo-se o balanço hídrico da camada do solo ocupada pelo sistema radicular da cultura, o qual tem, na evapotranspiração e na precipitação pluviométrica, seus principais componentes (BERNARDO et al., 2008).

A evaporação do solo é fundamental no cálculo do balanço hídrico, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, onde ocorrem grandes perdas de água diretamente do solo, sendo menos importante em áreas úmidas, devido às freqüentes precipitações (PLAUBORG, 1995).

O termo Evapotranspiração foi utilizado por Thornthwaite no início da década de 40 do século passado para expressar esta ocorrência simultânea dos processos de evaporação da água no solo e da transpiração das plantas. Ela é controlada pelo balanço de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas. PEREIRA et al. (1997) definem a evapotranspiração como um elemento climatológico fundamental, que corresponde ao processo oposto da chuva, também expressa em milímetros.

O termo evapotranspiração de referência (ET_o) foi definido por DOORENBOS E PRUITT (1977) como aquela evapotranspiração que ocorre em uma extensa superfície coberta com grama de 0,08 a 0,15 m, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e sem deficiência de água. O conceito de ET_o empregado apresentava problemas, sobretudo relacionados à variabilidade das culturas em estudo, e à existência de condições climáticas reinantes, provocando erros de sub ou superestimações, para solucionar esse problema, os autores ajustaram coeficiente de cultura (K_c) para cada local estudado, levando em consideração todas as condições referentes à cultura selecionada, a fase de desenvolvimento e as condições climáticas reinantes.

As freqüências de irrigação possuem papel importante no controle da salinização, desde que seja controlado o turno de rega. Segundo RHOADES et al. (1992), o controle da freqüência de irrigação é uma das práticas potenciais de manejo de água disponível aplicável a solos e águas salinas. Evidências experimentais sustentam como recomendação adequada, redução do intervalo

de irrigação, quando se utiliza água salina, como exemplo aplicação de água em intervalos menor que três dias evitando períodos secos entre irrigações.

COELHO et al. (1999), utilizando diferentes frequências de irrigação no meloeiro, em areia franca, com intervalos de irrigação de um, dois, três e quatro dias, verificaram que não houve diferença significativa entre os intervalos para as produtividades comercial e total. Por outro lado, SOUSA et al. (1998), ao testarem frequências de irrigação na cultura do meloeiro, constataram produtividades para intervalos de dois dias, superiores que aquelas obtidas para os intervalos de três e quatro dias.

O uso de cobertura no solo é uma prática recomendada, devido a benefícios como a melhoria do desempenho das culturas, por contribuir para evitar perdas excessivas de água do solo. A cobertura do solo também diminui o impacto da chuva sobre o solo, reduzindo a ação da erosão superficial, e contribuindo para o tamponamento das mudanças de temperatura do solo. Cabe também mencionar a reposição de nutrientes, e o desenvolvimento da fauna edáfica (SOUZA e RESENDE, 2003). A composição e a densidade da cobertura são importantes aspectos a serem considerados para análise de seus efeitos sobre as culturas.

Na busca de melhorar a eficiência de utilização dos recursos hídricos em áreas sob escassez, objetivou-se nesse trabalho avaliar a dinâmica das umidades do solo em uma área experimental aluvial, cultivada com repolho submetido a diferentes turnos de rega e cobertura morta, no semi-árido Pernambucano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Município de Pesqueira-PE, situada na Região Agreste do Estado de Pernambuco, distando 230 km de Recife e a 613 m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas locais são 8°34'17" de Latitude Sul e 37°1'20" de Longitude Oeste, respectivamente (SOUZA et al., 2008). O clima do local é classificado segundo Köppen, como BShw' semi-árido quente, caatinga hiperxerófila. A umidade relativa média anual do ar é de 73%, e a velocidade

média do vento é de $2,5 \text{ m s}^{-1}$ (SANTIAGO et al., 2004). A precipitação média anual na região é de 730 mm, a temperatura média é de 27°C e a evapotranspiração de referencia é de cerca de 1680 mm (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2006). O solo foi caracterizado como Neossolo Flúvico, com textura predominantemente siltosa (RIBEIRO e CORREA, 2001).

O sistema de irrigação por microaspersão foi instalado em uma área de 1800 m^2 , cultivada com repolho. Esse sistema possuía três linhas principais com comprimento de 30 m cada linha, e diâmetro de 50 mm, eqüidistantes entre si 18 m. Possuía também 24 saídas secundárias (mangueiras de polietileno de 16 mm). No início das linhas principais, estavam instalados manômetros, e hidrômetros que monitoravam a quantidade de água aplicada. O espaçamento entre linhas laterais era de 2,73 m e entre emissores de 3 m. Existia um total de 264 emissores na área, com raio de 3 m, rotação de 360° , e pressão média de serviço de 213,9 kPa.

O microaspersor possuía diâmetro de saída igual a 1,0 mm, e diâmetro molhado igual a 6,0 m, vazão de $54,26 \text{ L h}^{-1}$, gerando uma intensidade de aplicação de $6,03 \text{ mm h}^{-1}$, e uma cobertura de 100%.

A avaliação da uniformidade de distribuição da lâmina de água foi realizada nos dias 16 e 17 de Janeiro de 2008. O sistema de irrigação foi subdividido em 214 quadras, das quais foram selecionadas ao acaso, as quadras 16, 81, 158 e 193. Cada quadra apresentava uma área de $8,19 \text{ m}^2$, e foram distribuídos por quadra 64 coletores pluviométricos com área de $33,18 \text{ cm}^2$.

O teste de uniformidade teve duração de uma hora, seguindo recomendação de BERNARDO et al. (2008). Após a aplicação, realizou-se a determinação do volume de água coletada em cada coletor pluviométrico, utilizando uma proveta graduada com capacidade para 500 mL (FIGURA 1).



FIGURA 1 Quadra com coletores pluviométricos para determinação da lâmina média de irrigação precipitada.

Utilizou-se a recomendação da ABNT (1986) para determinar o coeficiente de variação de fabricação dos emissores, e a variação média de vazão e pressão ao longo das linhas secundárias (ANEXO 1, Equações de 1 a 3).

O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e eficiência de aplicação de água (E_a) da unidade operacional, foram avaliados seguindo as fórmulas de MERRIAN e KELLER (1978) e DENÍCULI et al. (1980). Tais equações permitem verificar a coerência da distribuição de água do sistema (ANEXO 1, Equações de 4 a 6).

Os coeficientes de uniformidade estatístico e o de vazão total da área seguiram-se as fórmulas recomendadas pela ASAE (1996) (ANEXO 1, Equações de 7 e 8). De acordo com a ASAE (1996), o grau de aceitabilidade de funcionamento de um sistema de irrigação está condicionado à classificação apresentada (TABELA 1).

Tabela 1 Critérios de uniformidade do sistema de irrigação em relação aos valores fornecidos pela ASAE

Grau de Aceitabilidade	CUE (%)	CU (%)
Excelente	100 – 95	100 – 94
Bom	90 – 85	87 – 81
Normal	80 – 75	75 – 68
Ruim	70 – 65	62 – 56
Inaceitável	< 60	< 50

Fonte: ASAE (1996)

Estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o)

A evapotranspiração de referência foi calculada utilizando o método do Tanque Classe “A”. O Tanque era circundado por uma bordadura com 10 m de largura cultivada com capim Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), de 10 cm de altura, e velocidade média dos ventos de 216 km.dia⁻¹, umidade relativa média de 73%. O valor do coeficiente do Tanque (K_p) adotado para essa situação foi 0,75, conforme recomendação de DOORENBOS e PRUITT (1977). As leituras foram realizadas entre as oito e nove horas da manhã.

Os intervalos de irrigação utilizados (12, 24 e 48 horas) foram aplicados seguindo a evapotranspiração estimada pelo Tanque Classe “A” e coeficiente de cultivo. O intervalo de 12 horas se referiu à metade da ET_c diária, enquanto que o intervalo de 24 horas à ET_c diária. Quanto ao intervalo de 48 horas, somaram-se as ET_cs de demanda de dois dias consecutivos, e no final da tarde era aplicada a lâmina de irrigação correspondente.

Métodos utilizados para comparação da evapotranspiração da cultura

O manejo em campo se baseou no Tanque Classe “A”, como já comentado anteriormente. O manejo utilizando o Tanque Classe “A” facilitava o entendimento do operador, que já é treinado para a utilização de tal método. Para determinação da ET_c, utilizou-se os coeficientes de cultura (K_c) de 0,75; 0,95; 0,90; e 0,80, conforme recomendação de DOORENBOS e PRUITT (1977), para a cultura do repolho.

Adotou-se também a lisimetria, que determina diretamente a evapotranspiração da cultura, através das variáveis da equação 11 (ANEXO 1).

Adicionalmente, utilizou-se o método de Penman-Monteith, com base em uma série diária de precipitação, temperatura e umidade, que abrange os meses de janeiro a março de 2008, e que foram fornecidos pela estação meteorológica automática (Campbell Scientific - ET 106), localizada na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, com coordenadas 8°34'17"S e 37°1'20"W. Os dados de insolação foram fornecidos pelo ITEP-LAMEPE (2008). Tais dados foram coletados da estação localizada no município de Arcoverde-

PE, com coordenadas: 8°25'48"S e 37°3'0"W latitude e longitude, respectivamente.

Devido à água de irrigação local apresentar uma classificação do tipo moderadamente salina, segundo RHOADES et al.(1992), utilizou-se uma fração de lixiviação teórica de 0,20, para a lâmina teórica de irrigação aplicada. A fração de lixiviação foi calculada levando-se em consideração a equação de RHOADES (1974) e RHOADES e MERRILL (1976):

$$FL = \frac{CEa}{5 * CEes - CEa} \quad 1$$

em que:

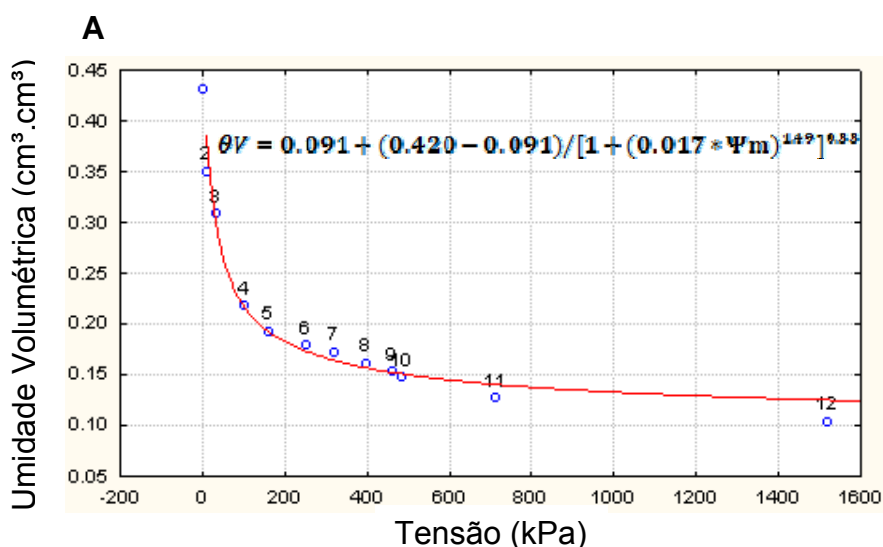
FL: Fração de lixiviação mínima que se necessita para controlar os sais dentro do limite de tolerância da cultura;

CEa: Salinidade da água de irrigação, em dS m⁻¹;

CEes: Salinidade do extrato de saturação do solo, em dS m⁻¹, que representa a salinidade tolerável por determinada cultura.

Determinação da curva de retenção de umidade do solo

As curvas de retenção de água no solo relacionam o potencial matricial com a umidade volumétrica (cm³. cm⁻³), ajustando-se pelo modelo de van GENUCHTEN (1980). Esse ajuste está próximo daqueles obtidos por SILVA (2003), na mesma área experimental (FIGURAS 2A e 2B).



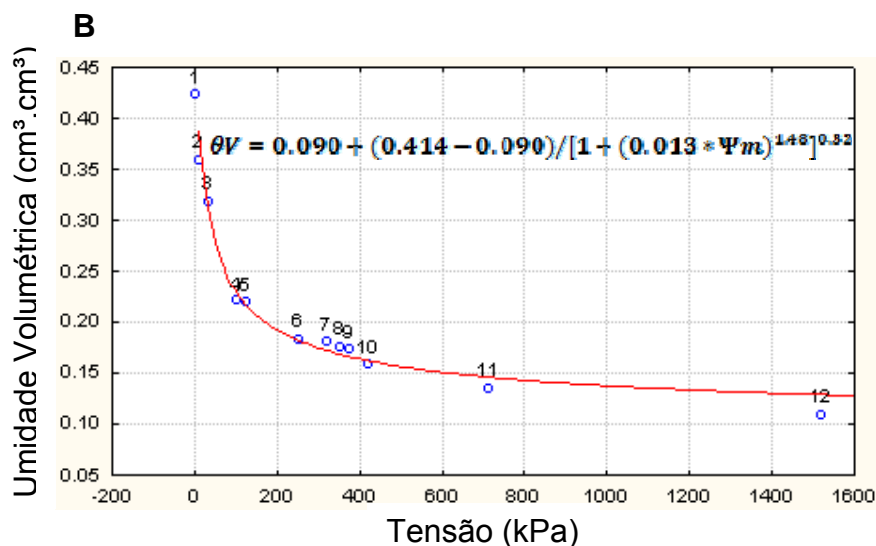


FIGURA 2. Curvas de retenção de umidade do solo. **A)** profundidade de 0-20 cm, e **B)** profundidade de 20-40 cm, ajustadas segundo o modelo de van GENUCHTEN (1980).

Determinação de tensões e umidade na área experimental

Os tratamentos utilizados foram: solo descoberto, solo com repolho e solo com repolho e cobertura morta (FIGURA 3). Para o monitoramento da tensão na cultura, nos tratamentos com frequência de irrigação a cada 24 horas. Instalaram-se duas baterias de tensiômetros às profundidades de 15 e 30 centímetros, em cada tratamento (FIGURA 3). Foi realizada uma leitura diária entre às oito e nove horas da manhã logo após a irrigação. Utilizou-se tensímetro de punção com medidas diretamente em kPa.

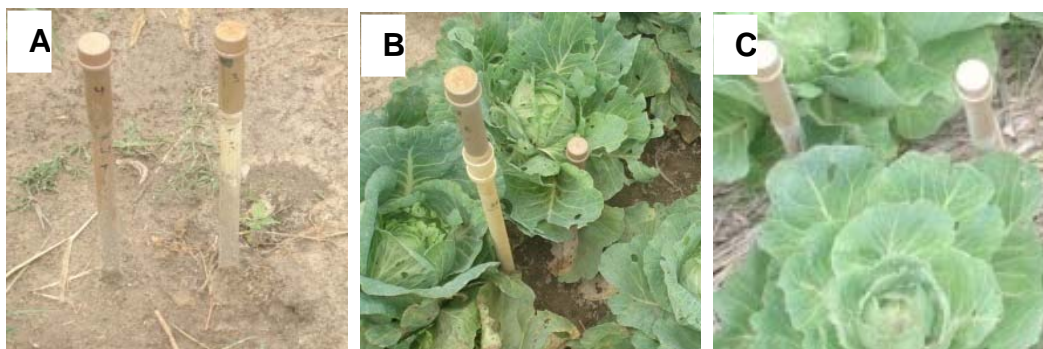


FIGURA 3. Visão geral de tensiômetros instalados em: **A)** solo descoberto, **B)** solo com repolho e **C)** solo com repolho e cobertura morta.

Aplicou-se o teste de comparação de médias entre as tensões nas profundidades de 15 e 30 cm, para os tratamentos (solo descoberto, solo com repolho e solo com repolho e cobertura morta).

A cobertura morta utilizada foi composta de restolhos de capim elefante da variedade Roxo de Botucatu. A espessura aplicada foi 3 cm, por tratamento (27 m²), com uma massa de 36 kg, correspondente a 13,00 Mg ha⁻¹.

Para determinação da umidade utilizou-se a técnica da sonda de nêutrons. Foi utilizada sonda modelo 503 DR Hydroprobe de fabricação da CPN International, Inc. As medições foram realizadas nas profundidades de 20 e 40 cm, em dezoito instantes no decorrer do ciclo da cultura, imediatamente antes de irrigar.

O lençol freático foi monitorado através de um piezômetro instalado na região central da área. Os valores medidos de profundidade do lençol freático foram: 2,72 m; 2,85 m e 2,32 m, e referem-se aos meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2008, respectivamente. Utilizou-se tubos de acesso de PVC, comprimento de 1,4 m, espessura de 2 mm de parede, e diâmetro de 50 mm. Formou-se assim uma malha regular de amostragem.

Calibração da sonda de nêutrons

As equações de calibração da sonda de nêutrons, nas profundidades de 0–20 e 20–40 cm (SOUZA et al., 2008), estão representadas nas FIGURAS 4A e 4B, respectivamente.

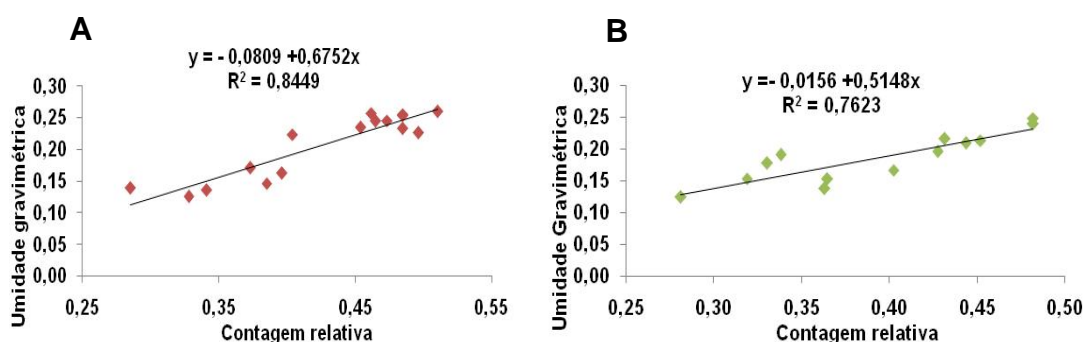


FIGURA 4. Equações de calibração para a sonda de nêutrons nas profundidades: **A)** 20 cm e **B)** 40 cm

Durante o experimento foi reservado um canteiro extra e instalados cinco tubos de acesso, de onde foram coletadas amostras deformadas de solo nas duas profundidades estudadas, em uma faixa de umidade variando da saturação ao ponto de murcha permanente. Ao final do experimento, foi coletado um total de 20 amostras aleatórias para cada setor estudado, como forma de validar a equação encontrada com as coletas ao longo do ciclo. As amostras foram acondicionadas em recipientes de alumínio, levadas para o laboratório e colocadas em estufa a 105°C para obtenção da umidade gravimétrica (g g^{-1}).

Para a realização das leituras, a sonda foi introduzida em tubos de acesso de PVC, por onde desce até à profundidade em que determinou a umidade. A contagem normalizada (CN) representa a razão, para um mesmo intervalo de tempo, entre o número de contagens no solo (C solo) e o número de contagens em um moderador padrão (C barril), no caso, em um barril cheio de água (equação 16).

$$\text{CN} = \frac{\text{C no solo}}{\text{C no barril}} \quad 2$$

Em que:

CN: Contagem normalizada

C no solo: Número de contagens no solo

C no barril: Número de contagens em um moderador padrão, no caso, em um barril cheio de água.

Para as umidades, na presença e ausência da cobertura morta, às duas profundidades (20 e 40 cm), e sob os diferentes intervalos de irrigação utilizados (12, 24 e 48 horas), adotou-se o teste de Tukey para comparação entre as médias, em nível de 5% de probabilidade, adotando-se delineamento em blocos casualizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da vazão, da pressão e dos coeficientes de variação nas linhas laterais

A partir da avaliação do sistema de irrigação, foi possível obter medidas e valores que caracterizam o funcionamento do equipamento de irrigação e seu desempenho (TABELA 2).

O valor médio de vazão encontrado para o sistema foi de 54,26 L h⁻¹, aplicando-se uma pressão de 213,9 kPa, correspondendo a 20,75% a mais que a recomendada pelo fabricante desses emissores. De acordo com a recomendação do fabricante, para se obter essa vazão seria necessária uma pressão de apenas 189,3 kPa.

Tabela 2 Comportamento da vazão e de pressão com o coeficiente de variação ao longo das linhas laterais dos emissores

Variáveis	médias
Vazão (l h ⁻¹)	54,26
Pressão (kPa)	213,90
Amplitude total de vazão (%)	2,29
Amplitude total de pressão (%)	2,25

Verifica-se na Tabela 2 a dispersão absoluta da vazão e da pressão determinada através da variação de pressão e de vazão ao longo das linhas laterais, de 2,25% e 2,29%, respectivamente. Essa variação está abaixo daquela recomendada por KELLER e KARMELI (1974). Estes autores recomendam uma variação de pressão ao longo da linha lateral de no máximo 11%. Pode-se verificar que o valor encontrado está abaixo dessa recomendação. Essa baixa amplitude de variação está associada à padronização na fabricação dos microaspersores, apesar de ser um sistema bastante utilizado, são constantemente realizadas manutenções e substituições de peças e equipamentos, o que garante seu adequado funcionamento.

Desempenho do sistema de irrigação e da eficiência de aplicação de água quanto à distribuição e uniformidade

Na Tabela 3 está apresentado o valor médio da intensidade da lâmina de aplicação, de 6,03 mm h⁻¹, quando mantido o sistema com microaspersores e linhas espaçadas de 3 m x 2,73 m, assim como os coeficientes de uniformidade experimentais.

Tabela 3. Avaliação do sistema de irrigação e da eficiência de aplicação de água na unidade experimental.

Índices avaliados	Médias
LM (mm)	6,03
CUC (%)	96,32
CUD (%)	94,29
CVT	0,046
CUE (%)	95,37
Ea (%)	84,86
CVf	0,007

LM: Lâmina média coletada nos pluviômetros durante uma hora de avaliação; CUC: Coeficiente de uniformidade de Christiansen; CUD: Coeficiente de uniformidade de distribuição; CVT: Coeficiente de variação total de vazão da área experimental; CUE: Coeficiente de uniformidade estatístico; Ea: Eficiência de aplicação de água; CVf: Coeficiente de variação de fabricação dos microaspersores.

Considerando a condutividade hidráulica saturada do solo avaliada por MONTENEGRO (2000), em 9,58 mm h⁻¹, e a intensidade de precipitação do microaspersor estudado, verificou-se que não existiram riscos de escoamento superficial e, conseqüentemente, formação de processos erosivos e de perdas de nutrientes.

De acordo com MERRIAM e KELLER (1978) e DENÍCULI et al. (1980), em um sistema de irrigação que esteja em operação por um ou mais anos, o CUD maior que 90%, é considerado excelente. Com base nesse critério de interpretação de MERRIAM e KELLER (1978), o sistema funcionou de forma “excelente”.

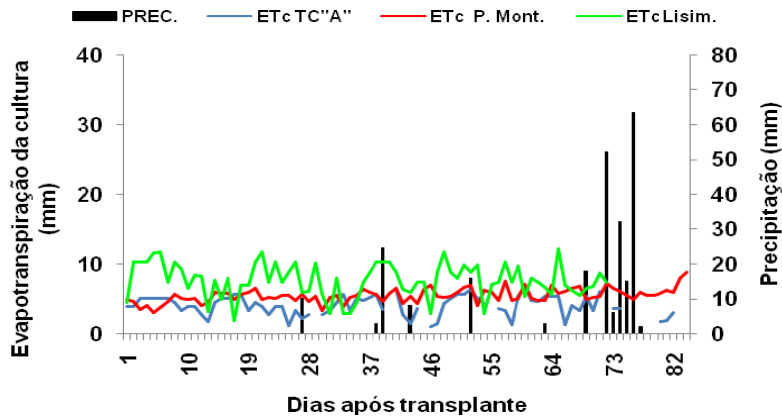
O coeficiente de variação total de vazão (CVT) foi de 0,046, podendo ser classificado como bom pela ABNT (1987). O coeficiente de uniformidade estatística (CUE) da área experimental avaliada em campo apresentou valor elevado (Tabela 3), sendo considerado excelente, segundo normas da ASAE (1996). Infere-se, então, que o projeto foi hidráulicamente bem dimensionado, e que os emissores são de boa qualidade.

Na Tabela 3 os valores de eficiência de aplicação (E_a) para o sistema de irrigação estudado apresentaram uma eficiência de aplicação de água de 84,86%. KELLER e BLIESNER (1990) recomendam valores em torno de 80%. Tomando como base a recomendação dos referidos autores, afirma-se que o sistema de irrigação se encontrava em excelentes condições de eficiência de aplicação da água.

O valor obtido para o CVf foi de 0,007. De acordo com as normas da ABNT (1986), os microaspersores de diâmetro de bocais estudados são classificados como sendo de boa qualidade, sob o ponto de vista do processo de fabricação.

Na Figura 5 está apresentada a variação da evapotranspiração da cultura estimado pelos métodos Tanque Classe "A", Penman-Monteith e medido pelo lisímetro. Pelo Tanque Classe "A", o total evapotranspirado pela cultura foi 294,28 mm, e a média diária foi $4,03 \text{ mm d}^{-1} (\pm 1,40 \text{ mm d}^{-1})$. Pelo lisímetro, o valor médio medido foi $7,69 \text{ mm d}^{-1} (\pm 2,46 \text{ mm d}^{-1})$, e o total evapotranspirado pela cultura foi de 553,75 mm entre os dias 16/01 a 27/03/2008. Não ocorreram eventos de precipitação no decorrer da primeira coleta de solo, embora, no segundo período de coleta, o pluviômetro instalado na área em estudo tinha registrado um total precipitado de 45,50 mm.

Aplicando-se o método Penman-Monteith, a média evapotranspirada foi $5,65 \text{ mm d}^{-1} (\pm 0,95 \text{ mm d}^{-1})$ e o total evapotranspirado pela cultura foi de 459,7 mm durante todo o ciclo. Verifica-se que a evapotranspiração medida pelo lisímetro foi superior que aquela estimada pelos métodos Penman-Monteith e Tanque Classe "A".

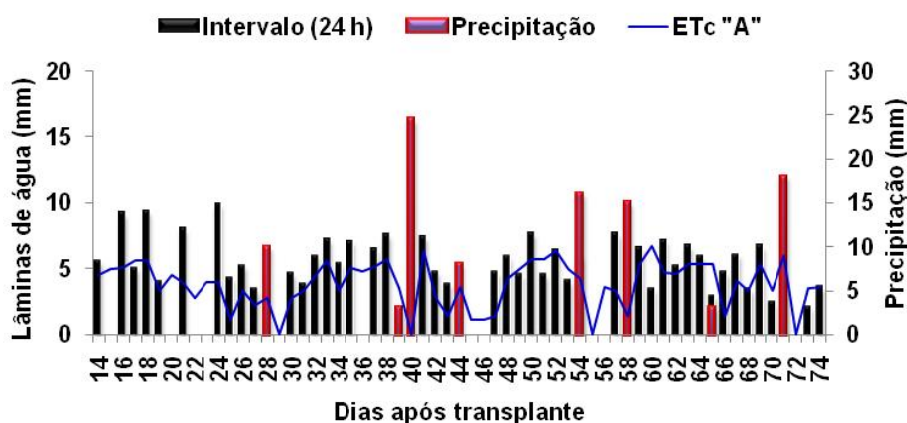


PREC.: Precipitação (mm); ETc TC "A": Evapotranspiração da cultura (mm); ETc P. Mont.: Evapotranspiração da cultura pelo método de Penman-Monteith (mm) e ETc Lisim.: Evapotranspiração da cultura pelo método lisimétrico (mm).

FIGURA 5. Precipitação e variação da evapotranspiração da cultura (mm) pelos métodos: Tanque Classe "A", Penman-Monteith e medido por lisímetro durante o ciclo da cultura.

No último período que antecedeu a colheita (22/02 a 17/03) ocorreu um total precipitado de 37,00 mm. Encerrou-se então essa etapa, na semana seguinte, com a colheita de toda a área.

Na Figura 6 está apresentada a variação das lâminas de irrigação para o intervalo de 24 horas, no decorrer do ciclo da cultura, assim como os eventos



Intervalo de 24 horas; ETc "A": evapotranspiração da cultura estimada pelo tanque classe "A"

FIGURA 6. Lâminas de irrigação, de evapotranspiração e de precipitação ocorrida durante o ciclo de cultivo.

de precipitação ocorridos. As lâminas de irrigação para esse intervalo foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura ajustada pelo coeficiente de cultivo de cada estágio, e uma fração de lixiviação teórica.

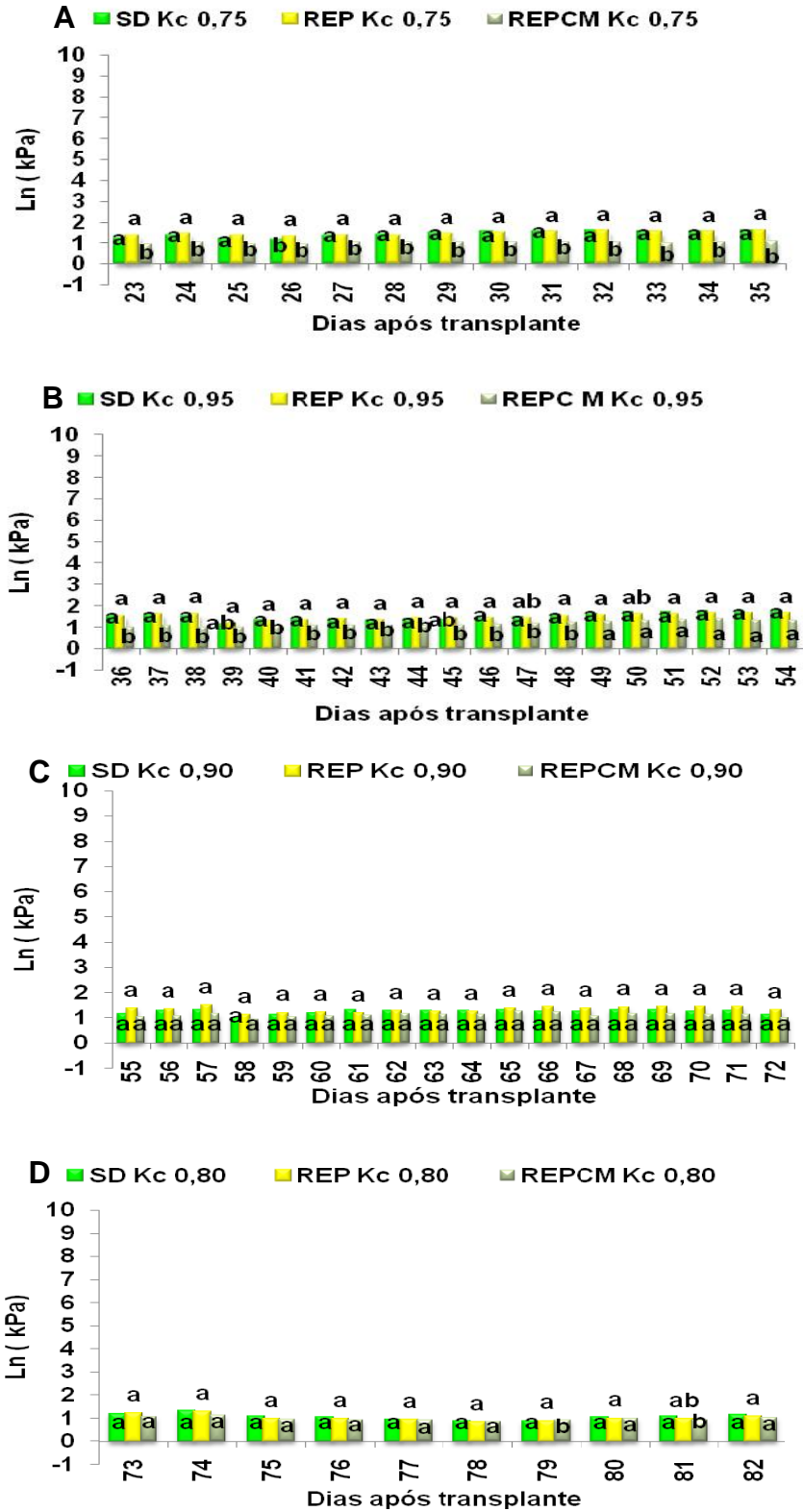
As falhas ao longo do eixo das abscissas do gráfico representam a ausência de lâminas de irrigação, proveniente de dias que foram aplicados o controle de pragas, capina, e de eventos de precipitação elevados (FIGURA 6).

Dinâmica das tensões e umidades do experimento

Na Figura 7 pode-se verificar as médias de tensões do solo em três condições diferentes: solo descoberto (sem vegetação), solo descoberto cultivado com repolho e solo cultivado com repolho em presença de cobertura morta. Na avaliação das médias de tensão no solo, as lâminas foram aplicadas em intervalos de 24 horas. Cada figura corresponde a uma fase fenológica durante o ciclo da cultura em campo, de acordo com DOORENBOS e PRUITT (1977).

Ao se aplicar o teste de comparação de médias, para as médias de tensão de água em solo descoberto (SD), em solo cultivado com repolho sem cobertura (REP), para o K_c de 0,75, verifica-se que só houve diferença estatística das médias de tensão no cenário 26 DAT; nos demais DAT, as tensões não diferiram significativamente.

Quando as médias de tensão foram comparadas em solo cultivado com repolho utilizando cobertura morta (REPCM) e SD no K_c de 0,75 (FIGURA 7), verifica-se que houve diferença significativa durante todo o período, exceção aos 26 DAT. Já entre as médias de tensão para REP e REPCM para o mesmo K_c , as tensões diferiram estatisticamente durante o período correspondente a esse K_c . A atuação conjunta da evaporação mais a evapotranspiração no tratamento cultivo de REP em comparação com o SD, não interferiu nos resultados. No tratamento REPCM a máxima tensão atingida no K_c de 0,75 foi 11,9 kPa aos 30 e 32 DAT (FIGURA 7A), demonstrando a eficiência da cobertura morta no controle da retenção de água. SOUZA et al. (2008) afirmam que a cobertura morta exerce efeito positivo na manutenção da umidade do solo. Isso faz com que a tensão do solo se mantenha em nível reduzido (FIGURA 7D).



SD: solo descoberto, REP: solo com repolho, REPCM: solo com repolho e cobertura morta, Kc: coeficiente de cultura.

FIGURA 7. Médias dos logaritmos das tensões matriciais: **A)** SD, REP e REPCM, para o Kc 0,75, **B)** SD, REP e REPCM, para o Kc 0,95, **C)** SD, REP e REPCM, para o Kc 0,90 e **D)** SD, REP e REPCM, para o Kc 0,80.

Na comparação das médias de tensão para o K_c de 0,95, entre SD e cultivo de REP, constatou-se que não houve diferença significativa. A soma da evaporação conjuntamente com a transpiração para REP não foi o suficiente para produzir diferença significativa em relação ao tratamento SD. Ao se comparar as médias de tensão em SD com REPCM, observa-se que só não diferiram significativamente os cenários 39, 40, 47 e de 49 a 54 DAT.

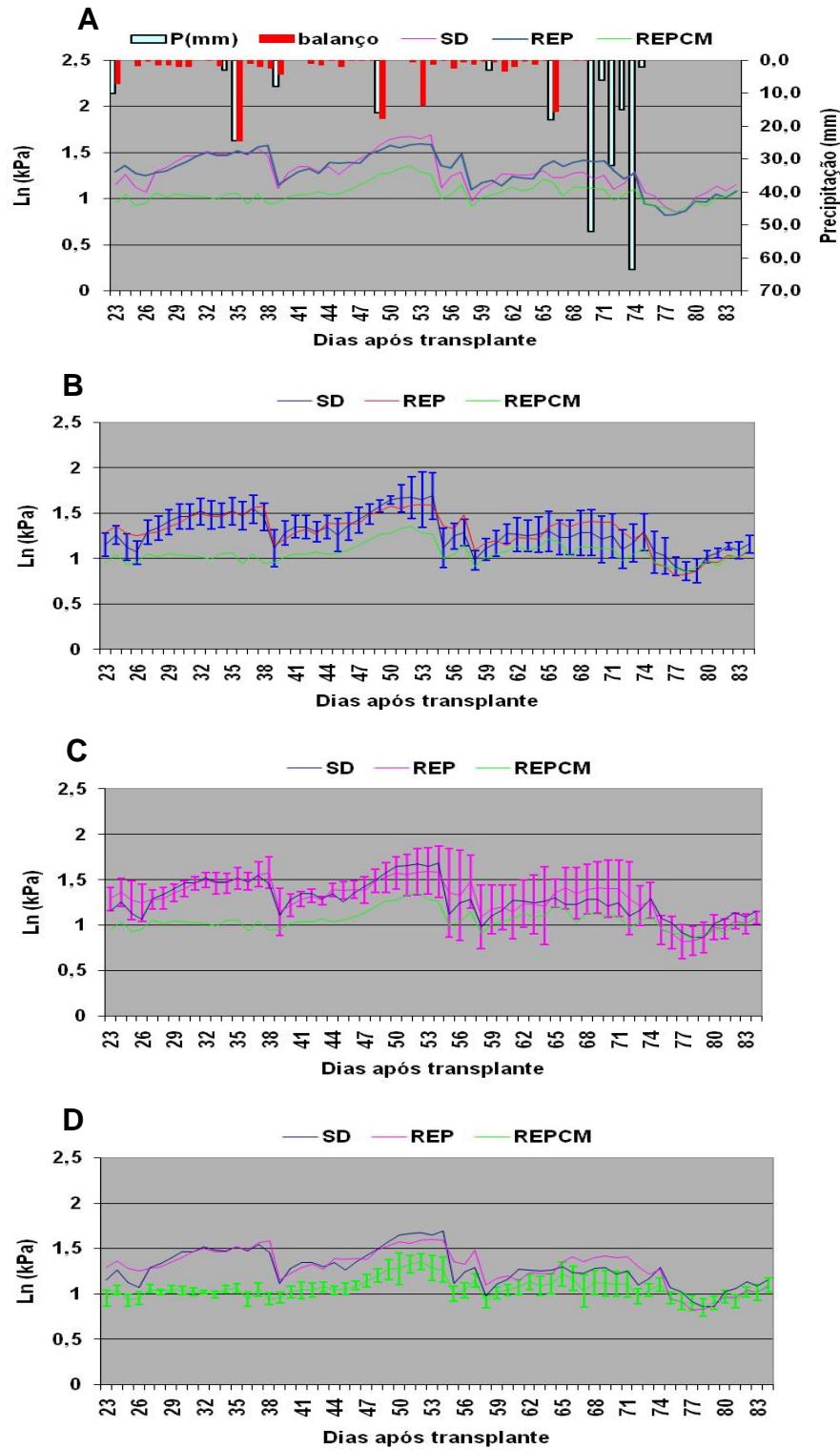
Na comparação entre as médias de tensão nos tratamentos REP e REPCM, só não diferiram significativamente os cenários de 49 a 54 DAT. Nesses DAT, ou em DAT próximos em que esses tratamentos não diferiram significativamente, ocorreram eventos de precipitação. Observa-se que tanto nos tratamentos com cobertura morta quanto na ausência, as tensões máximas não atingiram o ponto crítico para a cultura do repolho. De acordo com MAROUELLI (2008), esta tensão crítica vale 70 kPa.

Quando se comparam as médias de tensão para o período de K_c 0,90 entre SD com REP, SD com REPCM e REP com REPCM, observa-se que as médias não diferem significativamente ao nível de probabilidade de 5%.

Ocorreram dois eventos de precipitação (3 mm, aos 65 DAT e 18 mm, aos 71 DAT) durante o período de crescimento correspondente ao K_c 0,90. O consumo de água pelas plantas e a manutenção do solo nos diferentes tratamentos não foram suficientes para diferenciar significativamente as médias de tensão, que permaneceram baixas durante esse estágio.

Ao se comparar as médias de tensão no K_c de 0,80 entre os tratamentos SD com REP, SD com REPCM e REP com REPCM, constatou-se que os tratamentos utilizados não imprimem diferença estatística significativa. Exceção para o DAT 79, quando o SD e REP diferiram do REPCM. Verifica-se que SD diferiu do REPCM aos 81 DAT provavelmente pela desuniformidade na formação de cabeças, ou seja, plantas ainda com alto consumo de água.

A Figura 8 apresenta a distribuição temporal do logaritmo das tensões de água no solo para os tratamentos solo descoberto, (SD), plantio de repolho sem cobertura (REP) e plantio de repolho com cobertura morta (REPCM). Nota-se tensões sistematicamente menores para o tratamento REPCM em relação aos demais. As tensões de água em SD e em REP durante todo o ciclo da cultura permaneceram com valores próximos entre si. Os eventos



P: precipitação, SD: solo descoberto, REP: solo com repolho, REPCM: solo com repolho e cobertura morta, Kc: coeficiente de cultura.

FIGURA 8. Representação da tensão no solo: **A**) médias de tensão em logaritmos para SD, REP e REPCM, precipitação (P) e balanço, **B**, **C** e **D**) logaritmo da tensão e desvio padrão para SD, REP e REPCM, respectivamente.

de precipitação (representados na Figura 8A) interferem na distribuição temporal das tensões, tendendo a aproximar os valores para os três tratamentos. Constata-se aumento da precipitação na fase de colheita do experimento. Na Figura 8 estão apresentados os balanços hídricos (numericamente igual à soma da precipitação com a lâmina de irrigação, menos a evapotranspiração da cultura) ao longo do cultivo. As Figuras 8B, 8C e 8D apresentam os desvios-padrão das tensões dos tratamentos SD, REP e REPCM, respectivamente. Pode-se verificar que as variabilidades nas tensões foram atenuadas pela adoção da cobertura morta, a qual reduziu os desvios-padrão entre as medidas durante todo o período de cultivo; mesmo assim, constata-se no final de cada fase um elevado aumento dos desvios-padrão. Os maiores desvios-padrão ocorreram nas fases dois e três (formação e desenvolvimento das cabeças de repolho), quando a cultura exige maior consumo de água.

A Figura 9 mostra a variação das médias de umidade $\text{cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$, nas profundidades de 20 e 40 cm, na presença e ausência de cobertura morta, e para os diferentes intervalos de irrigação, durante o ciclo do repolho.

Verifica-se que houve diferença significativa entre as profundidades. As exceções foram para os DAT 12, 13 e 15 (FIGURA 9A). Até o DAT 13, os intervalos de aplicação foram iguais para todos os tratamentos, devido ao transplante recente da cultura. A diferença de umidade entre as profundidades de 20 cm e 40 cm é atribuída à concentração de maior parte do sistema radicular, e pelo efeito de evaporação do solo.

Durante o período de cultivo, ocorreram diversos eventos de precipitação. Tais eventos possivelmente contribuíram para atenuar as diferenças das umidades avaliadas, como comentado.

Quando se aplicou o teste de comparação de médias para umidade na presença e na ausência da cobertura morta, observa-se só ter ocorrido diferença significativa para os DAT 35, 36, 42 e 50, notando-se uma redução nas médias de umidade para os tratamentos sem cobertura morta (FIGURA 9B). Esses resultados estão de acordo com SOUZA et al. (2008), quando cultivaram cenoura na mesma área e utilizaram a cobertura morta. Os autores

verificaram o efeito positivo da cobertura morta na manutenção da umidade do solo, para as profundidades de 20 cm e 40 cm.

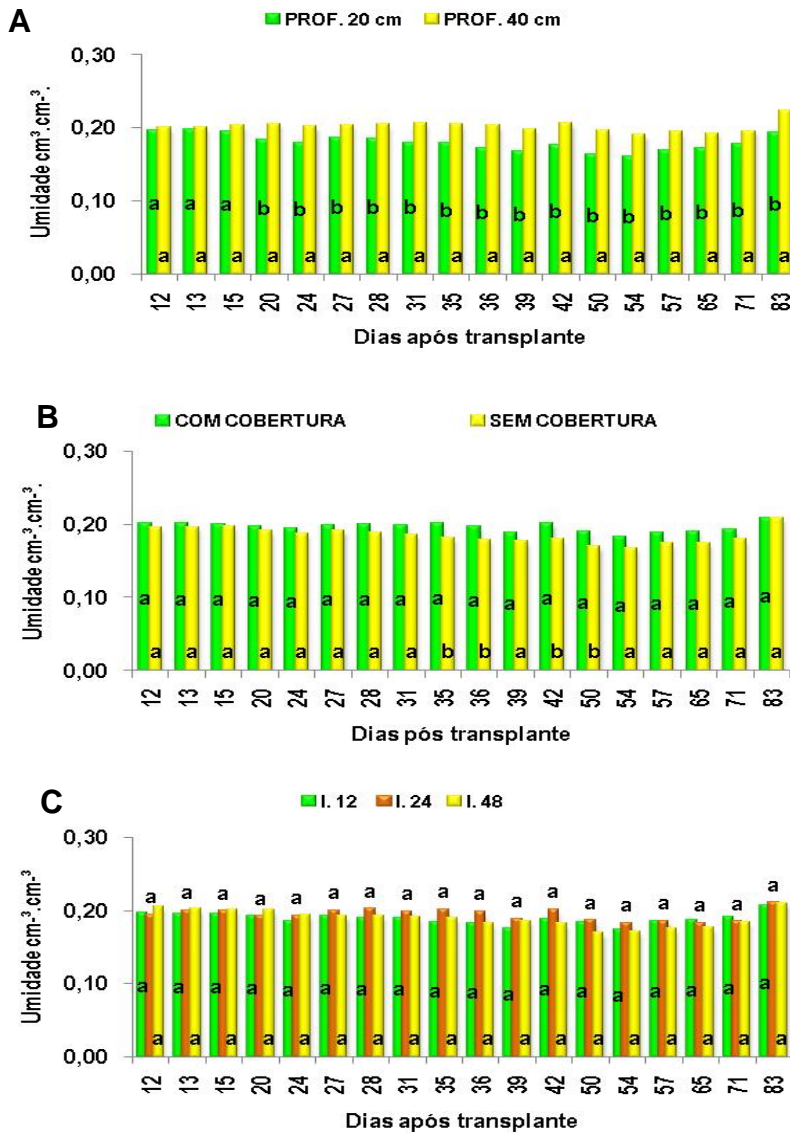


FIGURA 9 Médias de umidade em solo cultivado com repolho. **A)** profundidades de 20 e 40 centímetros; **B)** presença e ausência de cobertura morta; e **C)** intervalos de irrigação de 12, 24 e 48 horas.

MOREIRA et al. (2004) afirmam que a presença de adequada quantidade de cobertura morta melhora a eficiência do uso de água e reduz as perdas por evaporação. Esta é a razão da diferença de comportamento entre os solos cobertos e descobertos, em relação à eficiência do uso da água.

De acordo com DOORENBOS e PRUITT (1977), a grande vantagem da cobertura morta no solo quando se utiliza materiais vegetais orgânicos, consiste na proteção da superfície do solo contra sua impermeabilização ou obstrução, proporcionando maior infiltração e maior retenção de água pelo solo, além de exercer papel importante quando se referem a parâmetros como: redução da erosão do solo ocasionada pelo vento e pelo escoamento superficial.

Quando se aplicou o teste de Tukey para comparar as médias de umidade utilizando os intervalos de irrigação de 12, 24 e 48 horas, constatou-se não haver diferença significativa entre elas.

Observa-se, na Tabela 4, as médias de umidade para os tratamentos na presença e ausência de cobertura morta com intervalos de irrigação de 12, 24 e 48 horas, e seus respectivos coeficientes de variação. Constata-se que os coeficientes apresentaram variação de 8,95% a 16,60%. Os dias após transplante (DAT) que apresentaram menor variação foram 42 e 35 DAT. Para os demais DAT, os CV's apresentaram variação entre 10,38% a 16,60%. De acordo com a classificação de SANTOS e GHEYI (2003), os CV's são considerados baixos para 35 e 42 DAT, e médios para os demais DAT avaliados. Essa baixa variação é indicativo de que os dados apresentaram boa uniformidade, a distribuição das lâminas de água aplicadas pelo sistema de irrigação apresentaram boa distribuição, bem como ocorreu uma regularidade no crescimento da cultura em cada tratamento.

As umidades médias a 20 cm de profundidade, aos 35 DAT, foram significativamente menores para o tratamento SEMF1, em relação aos tratamentos SEMF2 e COMF3. No tratamento SEMF3, a umidade foi significativamente menor que os tratamentos COMF3, SEMF2 e COMF1, para as umidades medidas aos 35, 36, 42 e 50 DAT. Esse tratamento também apresentou umidade significativamente menor que o tratamento COMF3, para 65 DAT (TABELA 4).

Tabela 4. Médias de umidade do solo ($\text{cm}^{-3} \text{cm}^{-3}$) a 20 cm de profundidade, em função dos intervalos de irrigação e do uso da cobertura morta

DAT.	Tratamentos						CV%
	COMF1	SEMF1	COMF2	SEMF2	COMF3	SEMF3	
12	0,205a	0,192a	0,185a	0,198a	0,209a	0,185a	12,63
13	0,195a	0,201a	0,183a	0,204a	0,217a	0,176a	12,01
15	0,195a	0,194a	0,182a	0,199a	0,209a	0,181a	11,35
20	0,190a	0,182a	0,166a	0,189a	0,200a	0,168a	13,80
24	0,181a	0,169a	0,166a	0,194a	0,194a	0,163a	11,29
27	0,190a	0,186a	0,173a	0,204a	0,192a	0,163a	11,90
28	0,185a	0,181a	0,179a	0,201a	0,199a	0,157a	11,87
31	0,181a	0,174a	0,177a	0,191a	0,194a	0,150a	11,23
35	0,185ab	0,159bc	0,178abc	0,197a	0,199a	0,145c	9,22
36	0,181a	0,155ab	0,172ab	0,193a	0,187a	0,138b	10,38
39	0,162a	0,149a	0,173a	0,181a	0,182a	0,148a	12,77
42	0,180a	0,164ab	0,178ab	0,190a	0,190a	0,143b	8,95
50	0,183a	0,163ab	0,152ab	0,178a	0,171a	0,128b	11,55
54	0,150a	0,163a	0,152a	0,175a	0,184a	0,128a	16,60
57	0,177a	0,169a	0,157a	0,182a	0,181a	0,139a	15,41
65	0,182ab	0,173ab	0,154ab	0,181ab	0,191a	0,139b	12,66
71	0,183a	0,179a	0,168a	0,179a	0,196a	0,154a	15,17
83	0,187a	0,199a	0,182a	0,208a	0,204a	0,177a	11,32

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Var.: variáveis, DAT: dias após transplante, COMF1: frequência de irrigação de 12 horas com cobertura morta, COMF2: frequência de irrigação de 24 horas com cobertura morta, COMF3: frequência de irrigação de 48 horas com cobertura morta, SEMF1: frequência de irrigação de 12 horas sem cobertura morta, SEMF2: frequência de irrigação de 24 horas sem cobertura morta, SEMF3: frequência de irrigação de 48 horas sem cobertura morta.

Na umidade a 40 cm de profundidade, o tratamento SEMF3 apresentou umidade média significativamente menor que os tratamentos COMF3 e COMF1, para 42 DAT, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (TABELA 5). Essa diferença significativa está associada aos intervalos de irrigação adotados, e ao efeito positivo do uso da cobertura na manutenção da umidade do solo (SOUZA et al., 2008). Para os demais DAT, nas profundidades de 20

cm e 40 cm, os tratamentos não diferiram significativamente. Acredita-se que os eventos de precipitação, o crescimento rápido das plantas cobrindo praticamente todo o solo e o manejo do sistema de irrigação tenham influenciado na umidade do solo.

Tabela 5. Médias de umidade do solo ($\text{cm}^{-3} \text{cm}^{-3}$) a 40 cm de profundidade em função dos intervalos de irrigação e da cobertura morta

DAT,	Tratamentos						CV
	COMF1	SEMF1	COMF2	SEMF2	COMF3	SEMF3	
12	0,203a	0,183a	0,184a	0,204a	0,215a	0,206a	14,12
13	0,194a	0,184a	0,195a	0,211a	0,215a	0,195a	13,10
15	0,198a	0,190a	0,196a	0,213a	0,216a	0,195a	12,74
20	0,204a	0,186a	0,196a	0,210a	0,220a	0,209a	11,59
24	0,203a	0,184a	0,194a	0,210a	0,218a	0,194a	11,58
27	0,204a	0,185a	0,205a	0,212a	0,218a	0,192a	12,46
28	0,204a	0,185a	0,211a	0,212a	0,217a	0,191a	12,30
31	0,206a	0,190a	0,211a	0,211a	0,219a	0,195a	11,76
35	0,205a	0,183a	0,213a	0,211a	0,224a	0,184a	11,58
36	0,206a	0,181a	0,213a	0,211a	0,216a	0,185a	12,64
39	0,204a	0,179a	0,195a	0,199a	0,207a	0,199a	12,91
42	0,216a	0,189ab	0,215ab	0,217ab	0,221a	0,171b	10,70
50	0,214a	0,171a	0,205a	0,205a	0,209a	0,164a	13,49
54	0,203a	0,172a	0,199a	0,197a	0,203a	0,164a	16,44
57	0,209a	0,181a	0,199a	0,200a	0,204a	0,170a	14,59
65	0,207a	0,181a	0,192a	0,197a	0,204a	0,167a	15,79
71	0,207a	0,191a	0,192a	0,195a	0,204a	0,175a	13,76
83	0,224a	0,214a	0,216a	0,231a	0,233a	0,217a	11,23

Percebe-se que as umidades nos tratamentos com uso da cobertura foram, na sua maioria, são superiores às umidades dos tratamentos sem o uso da cobertura. Isso pode ser observado tanto na profundidade de 20 cm como na de 40 cm.

CONCLUSÕES

1. As médias de tensão de água no solo só diferiram significativamente no tratamento REPCM para os Kcs de 0,75 e 0,95, em relação aos tratamentos SD e REP.
2. As lâminas de irrigação aplicadas com base na evaporação do Tanque Classe "A" foram suficientes para atender ao desenvolvimento da cultura para todos os estádios.
3. As umidades permaneceram dentro das condições exigidas pela cultura, independente dos tratamentos aplicados.
4. O uso da cobertura morta se mostrou eficiente na conservação da água, com as tensões máximas não ultrapassando 24,1 kPa. Entretanto, não se verificou diferença significativa para as umidades medidas, na maioria dos eventos monitorados.
5. Os diferentes intervalos de irrigação, combinados com o uso da cobertura morta apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em cinco DAT's para as umidades na profundidade de 20 cm, enquanto para a profundidade de 40 cm, só diferiram um DAT, isso mostra que o balanço hídrico estava sendo realizado de forma eficiente para a profundidade determinada.

REFERÊNCIAS

ABREU, J.M.H.; LOPEZ, J.R.; REGALADO, A.P.; HERNANDEZ, J.F.G. **El riego localizado**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987, 317p.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo**: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivo. Roma, 2006 (Estudio FAO Riego y drenaje 56)

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Field evaluation of microirrigation systems. St. Joseph, 1996. p.792-797

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS–ABNT. **Requisitos mínimos para elaboração de projeto de sistema de irrigação localizada**. São Paulo, 1986. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS–ABNT. **Sistema de irrigação localizada**: avaliação do desempenho. Rio de Janeiro, 1987. 11p.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p. (FAO - Irrigação e drenagem, 29).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa, MG, 2008. 625p.

CHRISTOFIDIS, D. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável. **Revista de Ciências Exatas**, Taubaté, v.12, n.1, p.37-46, 2006.

COELHO, E.F.; OR, D. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.225-234, 1999.

COELHO, E.F.; SOUSA, V.F.; RODRIGUES, B.H.N.; SOUZA, V.A.B. e ANDRADE, C.DE L.T. Produtividade do meloeiro sob diferentes intervalos de irrigação e disposições de linhas laterais de gotejamento em solo arenoso coeso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.309-315, 1999.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J.T.L.; SEDIYAMA, G.C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.27, n.50, p.155-162, 1980.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Campina Grande, FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation end drainage paper, 24).

FERREIRA, E.; RESENDE, A.S.; BALIEIRO, F.; ZOTARELLI, L.; SILVA, L.A.DA; BACIS, M.; ALFARO, M.A.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Avaliação de diferentes tubos de acesso para medição da umidade do solo através do uso de sonda de nêutrons. In: **Seropédica**: Embrapa Agrobiologia, 1998. 12p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG, UFV, 2002. 402p.

FIOREZE, A.P.; FREIRE, R. Outorgas e licenciamento ambiental em Goiás: O caminho da desburocratização. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.69/70, 2006.

FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão**: uniformidade e eficiência. Piracicaba: ESALQ, 1992. 53p.

KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649p.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684. 1974.

MARQUELLI, W.A. Tensiômetros para controle de irrigação em hortaliças. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Circular técnico 57**, Brasília, 2008.

MATOS, J.A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, H.M.; AZEVEDO, C.A.V. Características hidráulicas do microaspersor Dan Sprinkler. **Irriga**, Botucatu, v.1, n.3, p.30-44, 2001.

MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F. DE; BERNARDO, S.; DIAS, G.P. e GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.275-279, 2003

MERRIAN, J.L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: A guide for management**. Logan: Agricultural and Irrigation Engineering, 1978. 271p.

MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.10, n.1, p.30–37, 2006.

MONTENEGRO, A.A.A. Relatório técnico das atividades no controle da salinidade de água e solo em pequenos perímetros irrigados. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000. 8p.

MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; TRINDADE, M.da G.; CÁNOVAS, A.D. Manejo da irrigação para o trigo no sistema plantio direto - **COMUNICADO TECNICO**. Santo Antônio de Goiás, GO, Embrapa Arroz e Feijão, Dezembro, 2004. 8p.

PAIVA, J.B.D. **Uniformidade de aplicação de água, abaixo da superfície do solo, utilizando irrigação por aspersão**. 1980. 333p. Dissertação (Mestrado em engenharia de água e solo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)-ração**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PLAUBORG, F. Evaporation from bare soil in a temperate humid climate-measurement using microlysimeters and time domain reflectometry. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.76, n.1, p.1-17, 1995.

RHOADES, J. D., KANDIAH, A., MARSHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 1992. 133 p.

RHOADES, J.D. Drainage for salinity control. In: van SCHILFGAARDE, J. (ed.) **Drainage for agriculture**. Madison, American Society of Agronomy, 1974. p.433-462.

RHOADES, J.D.; MERRILL, S.D. Assessing the suitability of water for irrigation: Theoretical and empirical approaches. In: PROGNOSIS OF SALINITY AND ALKALINITY. Rome, 1976. p.69-110. (FAO Soils Bulletin, 31)

RIBEIRO, M.R.; CORRÊA, M.M. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário. In: MONTENEGRO, A.A.A. **Diagnóstico e controle da salinização em aluviões com pequena agricultura irrigada**. Recife: UFRPE, 2001. Relatório.

SANTANA, M.S.; OLIVEIRA, C.A.S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado influenciado por níveis de irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.644-653, 2004.

SANTIAGO, F.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.632-643, 2004.

SANTOS, F.X. **Evapotranspiração de cultura e influência de diferentes lâminas e freqüências de irrigação no crescimento e produtividade da**

cultura da cenoura. 2008. 81f. il. Tese (Doutorado em Agronomia- Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, J.W. dos; GHEYI, H.R.:(Ed.), **Estatística experimental aplicada:** tópicos de engenharia agrícola e agrônômica. Campina Grande: Ed. Marcone, 2003. 213p.

SILVA, K.C.M. **Avaliação do manejo da irrigação por microaspersão da cultura do repolho em região semi-árida.** 2003. 108f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil - recursos hídricos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SCALOPPI, J.E.; DIAS, K.F.S. Relação entre a pressão de operação e a uniformidade de distribuição de água de aspersores rotativos por impacto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26^o, 1996, Bauru. **Resumos...** Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996.1CD-ROM.

SOUSA, V.F. de; COELHO, E.F.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; ANDRADE JUNIOR, A.S.; OLIVEIRA, F. das C. Freqüência de irrigação por gotejamento na eficiência do uso da água no meloeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA RURAL, 27^o, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.1, p.214-216.

SOUZA; E.R; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Variabilidade espacial da umidade do solo em Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre. v.13, n.2, 2008.

SOUZA J.L.; RESENDE P. **Manual de horticultura orgânica.** Viçosa, MG, Aprenda Fácil, 2003. 564p.

SOUZA, E.R.; MONTENEGRO, A.A.A.; FREIRE, M.B.G.S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com

cenoura sob irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.12, n.6, p.584–592. 2008

van GENUCHTEN, M. TH. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

CAPÍTULO 2

Crescimento e desenvolvimento do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina

Resumo: Avaliou-se o efeito combinado da cobertura morta e dos intervalos de irrigação com água moderadamente salina sobre variáveis de crescimento e desenvolvimento da cultura do repolho. O experimento foi delineado em blocos casualizados em esquema fatorial 3 X 2, com quatro repetições. A cultura foi manejada considerando intervalos de irrigação de 12, 24 e 48 horas, e a presença e ausência da cobertura morta, levando-se em consideração a evapotranspiração de cultura (ET_c), medida em Tanque Classe “A”, adicionando-se uma fração de lixiviação. Ao longo do ciclo da cultura foram procedidas 3 amostragens de plantas para a avaliação de variáveis biométricas, e 3 amostragens de solo para avaliar a condutividade elétrica. Durante o ciclo de cultivo, os manejos adotados afetaram significativamente algumas variáveis biométricas.

Palavras-chave: manejo da irrigação, semi-árido, agricultura familiar.

Abstract: The combined effect of mulching and of the irrigation intervals was evaluated using moderately saline water on growth and development of cabbage. The experiment was designed in random blocks in factorial scheme 3 x 2, with four repetitions. The culture was cropped considering irrigation intervals of 12, 24 and 48 hours, under presence and the absence of mulching, taking into account the crop evapotranspiration (ET_c), measured at a Class A Pan, being added a leaching fraction. Along the crop cycle 3 crop sampling were proceeded for the evaluation of biometrics variables, and 3 soil sampling to evaluate the soil electric conductivity. During the crop cycle, the adopted managements affected significantly some biometric variables.

Key-word: irrigation management, semi-arid, communal farming.

INTRODUÇÃO

A cultura do repolho apresenta melhor desenvolvimento vegetativo quando cultivado na faixa de 15-20°C (FILGUEIRA, 2002). Além disso, possui uma maior porção da parte aérea próxima ao solo e, portanto, sujeita à maior aquecimento quando comparada a plantas eretas (LARCHER, 2000). Segundo CARVALHO et al. (1995) e CALBO e SILVA (2005), é indispensável um monitoramento criterioso das condições hídricas de modo a garantir produções satisfatórias dessa cultura.

O manejo da irrigação afeta o desenvolvimento, a fitossanidade, a qualidade e a produção das culturas (MOURA et al., 2006). Além disso, a irrigação disponibiliza água, aumenta a umidade e diminui a temperatura do ar e do solo (PIRES et al., 2000). Para evitar que a área foliar seja afetada de forma a prejudicar a produtividade, faz-se necessária a adequação do espaçamento exigido para cada cultivar (CASTRO et al., 1987; FERREIRA et al., 2002).

Modificações nos níveis de luminosidade a que uma espécie está adaptada podem acarretar diferentes respostas em suas características fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento. Assim, a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plantas às condições de intensidade luminosa e de radiação solar do ambiente (FERREIRA et al., 1977; ENGEL, 1989; KOZLOWSKI et al., 1991; ATROCH et al., 2001).

Dentre os fatores relacionados ao manejo da irrigação, o intervalo com que as lâminas são aplicadas assume papel decisivo no desenvolvimento da cultura. Tal importância assume maior proporção em se tratando de áreas sujeitas ao déficit hídrico, segundo SANTOS (2008). Em regiões áridas e semi-áridas, a adoção de estratégias para o manejo da irrigação com máxima eficiência é capaz de promover produções satisfatórias. Entretanto, merece ser identificado dentre os estádios de crescimento, a sensibilidade ao estresse hídrico, de modo a se evitar redução na produção econômica da cultura.

O crescimento vegetativo é altamente afetado pela falta d'água. Alguns trabalhos indicam que, em longo prazo, os efeitos do déficit hídrico são mais

danosos ao crescimento da planta do que ao crescimento dos frutos (LEVY et al., 1978).

DOORENBOS e KASSAM (2000) afirmam que as condições climáticas interferem decisivamente nas necessidades hídricas das plantas. Como praticamente todas as hortaliças, o repolho tem o desenvolvimento influenciado pelas condições de umidade do solo, sendo o déficit hídrico fator limitante para a obtenção de produções elevadas. Na China, LING et al. (1998) trabalharam com cobertura de 20, 30 e 40 g m⁻² em cultivo de inverno e obtiveram aumento da umidade do solo de 12,46 a 51,40% e conseguiram um aumento na produção da ordem de 3,48 kg m⁻², para a cultura do repolho.

Plantas submetidas à deficiência hídrica tendem a reduzir a perda de água através do fechamento dos estômatos, podendo reduzir a disponibilidade de CO₂ para a atividade fotossintética. Esse mecanismo promove a redução de matéria seca (VIANA et al., 2004; BERNARDO, 2002).

A região semi-árida nordestina, apesar de seu potencial para agricultura, apresenta um regime irregular de chuvas e alta evaporação. Deste modo, fazem-se necessárias alternativas de manejo que reduzam a evaporação da água do solo, e as lâminas a serem aplicadas durante os cultivos. Dentre tais alternativas, as mais promissoras no semi-árido são a adoção de cobertura morta e a otimização do turno de rega (LIMA et al., 2006).

A cobertura do solo se destaca por apresentar inúmeras vantagens como: a melhor conservação da umidade, manutenção de temperatura mais estável, conservação da estrutura do solo, menor perda de adubos e corretivos por lixiviação, permitindo melhor aproveitamento dos mesmos pelo sistema radicular; proteção do sistema radicular contra danos de equipamentos; dispensa nas capinas ou redução da aplicação de herbicidas; proteção dos frutos do contato direto com o solo; aumento da precocidade das colheitas (MEDEIROS et al., 2007).

Nesse trabalho, objetivou-se avaliar o efeito dos diferentes intervalos de irrigação e do uso da cobertura morta no crescimento e desenvolvimento da cultura do repolho irrigado com água moderadamente salina.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Município de Pesqueira-PE, situada na Região Agreste do Estado de Pernambuco, distando 230 km de Recife e a 613 m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas referentes à área de estudo são: 8° 34' 17" de latitude Sul e 37° 1' 20" longitude Oeste (SOUZA et al., 2008) (FIGURA 1).

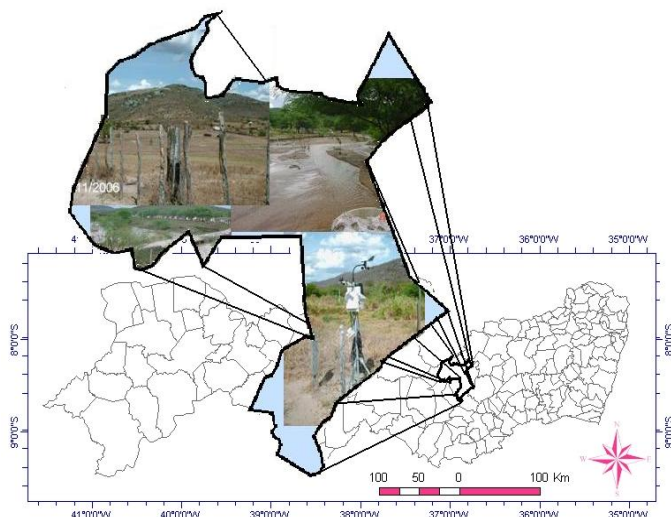


FIGURA 1. Localização da área de estudo no município de Pesqueira – PE (Fonte: SILVA et al., 2007).

O clima do local é classificado, segundo Köppen, como BShw' semi-árido quente, caatinga hiperxerófila. A umidade relativa média anual do ar é de 73%, a velocidade média do vento é de 2,5 m/s (SANTIAGO et al., 2004). A precipitação média anual na região é de 730 mm, temperatura média é de 27°C e a evapotranspiração anual é de cerca de 1680 mm (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2006). O solo foi caracterizado como Neossolo Flúvico, com textura predominantemente siltosa (RIBEIRO e CORREA, 2001).

O experimento foi delineado em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2 com 4 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos de três intervalos de irrigação: 12 horas, 24 horas e 48 horas, e com presença e ou ausência de cobertura morta. Os intervalos de irrigação foram aplicados de acordo com a evapotranspiração estimada através do Tanque Classe "A," com o Kp de 0,75 segundo DOORENBOS e PRUITT (1977). O coeficiente de cultivo (Kc) para atender as

necessidades hídricas nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do repolho foi adotado de acordo com a recomendação seguida por DOORENBOS e PRUITT (1977), e os Kcs utilizados por SANTIAGO (2002) e SILVA (2003) na mesma área.

Utilizou-se uma fração de lixiviação de 20%, visto que a água de irrigação utilizada na área experimental é moderadamente salina, oriunda de Poço Amazonas, cuja análise está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do extrato de saturação do solo e da água de irrigação

Extrato de saturação	
Ca ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,60
Mg ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,57
Na ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	1,99
K ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,11
CE (dS m ⁻¹)	3,24
pH	7,97
Água de irrigação	
CE (mS m ⁻¹)	1,13
pH	7,39
RAS (mmol _c L ^{-0.5})	8,99

Fonte: SANTOS (2008).

A diferenciação dos intervalos de irrigação foi implementada a partir dos 15 dias após transplante (DAT). Eventos de precipitação relevantes ocorreram a partir dos 27 DAT.

Após vinte e cinco dias do transplante, procedeu-se à amostragem de plantas para determinação de variáveis biométricas. Realizou-se amostragens aos 25, 50 e 75 DAT. O procedimento da amostragem foi realizado por tratamento nas fileiras consideradas bordadura, e consistiu de amostragens aleatórias de três plantas, as quais foram avaliadas em relação às seguintes variáveis: índice de cobertura do solo, diâmetro de caule, e comprimento de raiz. Para as variáveis altura de planta e número de folhas foram selecionadas e marcadas três plantas para medição e contagem aos 25, 50 e 75 DAT.

O índice de cobertura do solo foi determinado através do método de Mannering, descrito por BEZERRA e CANTALICE (2006), que utiliza a projeção fotográfica de uma moldura sobre a cobertura vegetal da área. Inicialmente

construiu-se uma moldura de madeira com dimensões de 76 cm de comprimento por 51 cm de largura, que foi montada sobre uma área representativa em cada uma das parcelas. Em seguida, fotografou-se o solo, enquadrando-se a moldura no visor da câmara digital. Depois, projetaram-se as molduras fotografadas em um quadro padrão (Figura 10). Com a soma da contagem das interseções, com os pontos de cobertura vegetal da superfície (copa/ resíduo) projetados, tem-se a porcentagem total de cobertura vegetal, sendo que cada ponto de interseção representa 2%. O método possui 50 pontos de intersecção.

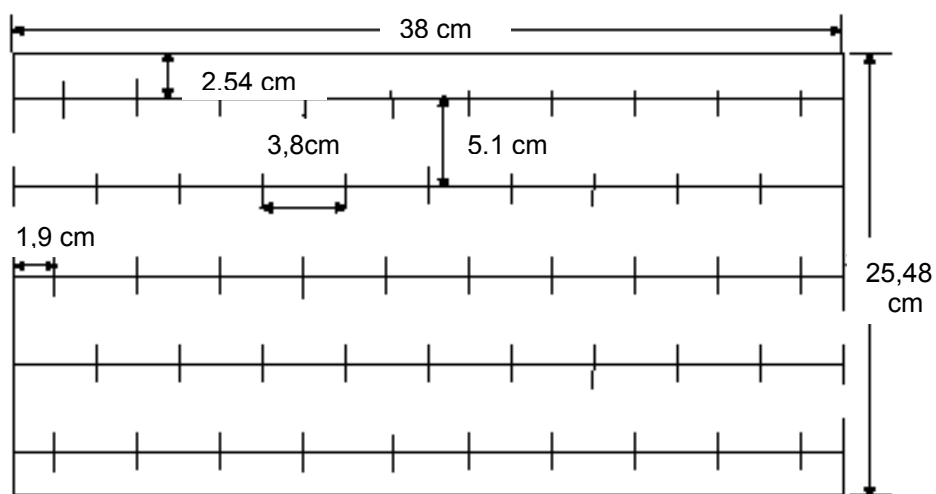


FIGURA 2. Moldura utilizada para determinar o índice de cobertura do solo, com a projeção fotográfica. Fonte: BEZERRA e CANTALICE (2006).

Os dados (X) relativos ao peso de biomassa fresca nas coletas de 25 e 50 DAT, e o peso de biomassa seca a 25 DAT, foram transformados para $\sqrt{X + 0,5}$, conforme SANTOS e GHEYI (2003). Tal transformação visou à redução dos CV's, que estavam apresentando valores acima de 20%.

Utilizou-se a cultivar de repolho 'Midori', com semeadura em canteiros, depois transplantada para o local definitivo. O plantio ocorreu em 29/11/2007, em sulcos transversais ao canteiro, eqüidistantes entre si de 20 cm. O manejo de irrigação foi o mesmo na fase de canteiros, com reposição igual à ETc mais lixiviação, determinada pelo Tanque Classe "A" (MAROUELLI e SILVA, 2005; GURGEL et al., 2003). A irrigação no intervalo de 12 horas era dividida em manhã e tarde, enquanto que o intervalo de 48 horas correspondia à soma da

demanda de dois dias consecutivos. O transplante foi realizado em 04/01/2007, para local definitivo. A área foi dividida em blocos, levando em consideração a mudança gradual da textura do solo local.

Utilizou-se adubação de cobertura, realizada oito dias depois do transplante para o local definitivo, utilizando 25 gramas por fileira de Takamix® OM 20 e 100 gramas por fileira de Organus® B, de acordo com a recomendação de análise do solo. O espaçamento utilizado foi de 50 cm x 30 cm, entre fileiras e plantas na fileira, respectivamente. As capinas foram procedidas periodicamente utilizando-se o método mecânico e manual, visando controlar ervas invasoras.

Os diferentes intervalos de irrigação foram aplicados conjuntamente com a presença e ou ausência da cobertura morta. Realizou-se a medição mensal da condutividade elétrica da água de irrigação (1,10; 1,25; 1,01 dS m⁻¹), para os meses de Janeiro, Fevereiro e Março respectivamente, em poço da área experimental. O monitoramento da CEEs ocorreu em 3 eventos durante o ciclo experimental, de acordo com a seguinte ordem: Janeiro (26/01/2008), Fevereiro (22/02/2008) e Março (17/03/2008).

Os dados foram submetidos à análise estatística multivariada, através do programa estatístico. As variáveis com efeitos significativos pelo teste F foram submetidas à análise de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis índice de cobertura do solo (ICS), biomassa verde da parte aérea (BVPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), e número de folhas (NF) foram comparadas em relação ao efeito dos diferentes intervalos e da presença da cobertura morta, nos cenários: 25 DAT, 50 DAT e final 75 DAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo mostrou-se altamente significativo em relação a todas as variáveis, durante as três fases de avaliação (TABELA 2). Esse resultado está de acordo com aqueles encontrados por VIEIRA et al. (2007).

Constatou-se interação altamente significativa do fator intervalos com o fator cobertura morta, para a variável ICS aos 25 DAT (TABELA 2). LIMA et al.

(2006), avaliando o efeito dos intervalos x cobertura para os intervalos de 1 e 2 dias, constataram interação significativa. Por outro lado, COELHO et al.(1999), utilizando intervalos de um, dois, três e quatro dias, não encontraram efeito significativo para as produtividades médias total e comercial utilizando sistema de irrigação por gotejamento na cultura do meloeiro, em Parnaíba-PI.

Tabela 2. Análise de variância para variáveis biométricas obtidas em três coletas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura do repolho

F. V.	GL	ICS%	BVPA(g)	BSPA(g)	CR(cm)	DC(cm)	AP(cm)	NF
Pr > F								
25 Dias após transplante								
Tempo	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
I	2	0,04*	0,97	0,81	0,47	0,75	0,10	0,27
CM	1	0,53	0,88	0,88	0,43	0,14	1,00	0,09
I x CM	2	<0,001	0,33	0,18	0,89	0,75	0,98	0,22
T x I x CM	4	0,01*	0,23	0,40	0,64	0,42	0,79	0,56
50 Dias após transplante								
Tempo	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
I	2	0,59	0,47	0,36	0,04*	0,47	0,15	0,99
CM	1	0,67	0,25	0,13	0,62	0,33	0,38	0,69
I x CM	2	0,21	0,09	0,11	0,97	0,14	0,54	0,28
T x I x CM	4	0,01*	0,23	0,40	0,64	0,42	0,79	0,56
75 Dias após transplante								
Tempo	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
I	2	0,22	0,87	0,63	0,96	0,11	0,77	0,38
CM	1	0,94	0,47	0,71	0,61	0,63	0,18	0,21
I x CM	2	0,37	0,23	0,18	0,13	0,71	0,89	0,86
T x I x CM	4	0,01*	0,23	0,40	0,64	0,42	0,79	0,56

Pr>F: indica o nível de significância do valor de F.; FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; I.: intervalos de irrigação; CM: cobertura morta; I x C.M.: interação do fator intervalo x cobertura morta; T x I x C.M.: interação do tempo x intervalo x cobertura morta; ICS%: índice de cobertura morta; BVPA: biomassa verde de parte aérea; BSPA: biomassa seca de parte aérea; CR: comprimento de raiz; DC: diâmetro de caule; AP: altura de planta; NF: número de folhas.

A interação do tempo x intervalos x cobertura morta apresentou efeito significativo para todas as épocas, o estando relacionado ao crescimento das plantas entre cada fase avaliada (TABELA 2), assim como, aos diferentes intervalos de irrigação e ao uso da cobertura morta.

As variáveis BVPA, BSPA, CR, DC, AP e NF não responderam aos intervalos adotados, e à cobertura para nenhuma das épocas avaliadas (TABELA 2). Como a tensão permaneceu dentro da faixa ótima (MAROUELLI, 2008), a evapotranspiração pode ser assumida como potencial, da mesma forma que não comprometeu o crescimento das plantas.

Dentre os parâmetros avaliados na interação para significância da cobertura morta dentro dos intervalos (TABELA 3), verifica-se efeito significativo dos intervalos de 24 e 48 horas para o ICS, aos 25 DAT. Já para as variáveis BVPA e BSPA, houve interação pelo teste de significância a 5% de probabilidade do fator cobertura morta dentro do fator intervalo de 48 horas, para 50 DAT.

A partir do desdobramento da interação para a significância do fator intervalos dentro do fator cobertura morta para as variáveis de crescimento em três épocas diferentes, verificou-se que só a condição de ausência de cobertura morta para a variável ICS, aos 25 DAT, apresentou diferença significativa em relação às demais pelo teste F a 5% de probabilidade (TABELA 3).

Tabela 3. Resumo do desdobramento da interação para a significância do fator cobertura morta dentro do fator intervalos para as variáveis de crescimento, em três fases de desenvolvimento da cultura do repolho

	F. V.	GL	ICS%	BVPA	BSPA	CR	DC	AP	NF
DAT									
									Pr > F
25	I. (12)	1	0,44	0,39	0,16	0,47	0,15	0,89	0,20
25	I. (24)	1	0,02*	0,60	0,88	0,92	0,51	0,89	0,05
25	I. (48)	1	0,01*	0,26	0,20	0,58	0,62	1,00	0,69
25	Com	2	0,05	0,56	0,33	0,76	0,92	0,35	0,20
25	Sem	2	<0,001	0,54	0,41	0,54	0,61	0,25	0,29
50	I (12)	1	0,28	0,32	0,37	0,91	0,21	0,39	0,71
50	I (24)	1	0,23	0,27	0,49	0,72	0,27	0,70	0,32
50	I (48)	1	0,39	0,04*	0,02*	0,68	0,13	0,30	0,20
50	Com	2	0,82	0,10	0,06	0,22	0,19	0,23	0,56
50	Sem	2	0,16	0,38	0,73	0,13	0,32	0,34	0,46
75	I (12)	1	0,34	0,89	0,41	0,54	0,84	0,33	0,54
75	I (24)	1	0,31	0,09	0,26	0,05	0,92	0,68	0,65
75	I (48)	1	0,84	0,51	0,19	0,59	0,36	0,33	0,25
75	Com	2	0,65	0,30	0,26	0,26	0,40	0,75	0,76
75	Sem	2	0,14	0,66	0,42	0,42	0,19	0,91	0,42

Pr>F: indica o nível de significância do valor de F; FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; DAT: dias após transplante; I (12): intervalo de irrigação de 12 horas; I (24): intervalo de irrigação de 24 horas; I (48): intervalo de irrigação de 48 horas; Com: presença de cobertura morta; Sem: ausência de cobertura morta; ICS%: índice de cobertura morta; BVPA(g): biomassa verde de parte aérea; BSPA(g): biomassa seca de parte aérea; CR(cm): comprimento de raiz; DC(cm): diâmetro de caule; AP(cm): altura de planta; NF: número de folhas.

De acordo com os valores do teste F para às diferentes variáveis (TABELA 4), constatou-se que a interação intervalos x cobertura morta imprimiu efeito estatisticamente significativo para o ICS e BSPA. Verifica-se que na interação do tempo x intervalo x cobertura morta, houve efeito significativo para a variável ICS. As demais variáveis não sofreram efeito estatisticamente significativo. constata-se que as plantas responderam aos intervalos de irrigação e ao uso da cobertura.

Tabela 4. Análise de variância de medidas repetidas para teste da Hipotese do efeito univariado entre os tratamentos e da interação freqüência x cobertura morta, para as variáveis da cultura do repolho

F. V.	GL	ICS%	BVPA	BSPA	CR	DC	AP	NF
Pr > F								
I	2	0,06	0,85	0,21	0,26	0,25	0,11	0,64
CM	1	0,57	0,48	0,39	0,67	0,15	0,70	0,18
I x CM	2	0,01*	0,20	0,02*	0,41	0,18	0,93	0,38
T x I x CM	4	0,01*	0,23	0,40	0,64	0,42	0,79	0,56

Pr>F: indica o nível de significância do valor de F.; FV: fonte de variação, GL: graus de liberdade, Pr: probabilidade estatística, Fc: F calculado; ICS%: índice de cobertura morta; BVPA(g): biomassa verde de parte aérea; BSPA(g): biomassa seca de parte aérea; CR(cm): comprimento de raiz; DC(cm): diâmetro de caule; AP(cm): altura de planta; NF: número de folhas.

Na Figura 3 estão apresentadas as variáveis de crescimento índice de cobertura do solo (ICS %), biomassa verde da parte aérea (BVPA g), biomassa seca da parte aérea (BSPA g), diâmetro do caule (DC cm), altura da planta (AP cm), comprimento da raiz (CR cm) e número de folhas (NF), em relação aos intervalos de irrigação.

Os diferentes intervalos de irrigação e a cobertura não imprimiram efeitos estatísticos significativos para as variáveis estudadas. O cenário aos 25 DAT é estrategicamente importante do ponto de vista do manejo da irrigação, devido à ausência de chuvas.

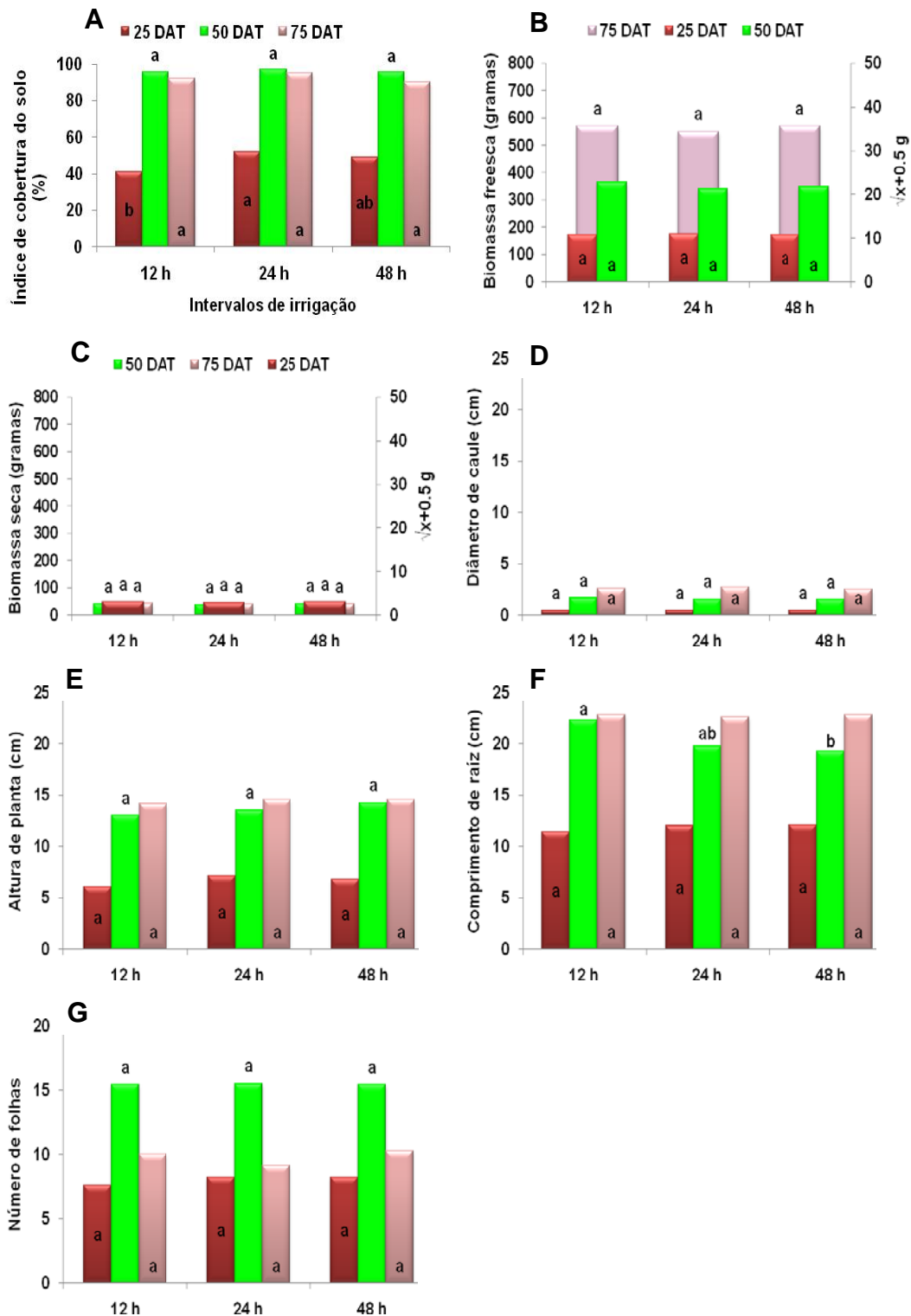
Pode-se perceber que a variável índice de cobertura do solo, no período 25 DAT, e o intervalo de 12 horas foi significativamente diferente dos intervalos de 24 e 48 horas. Acredita-se que as menores lâminas de irrigação proporcionada pelos intervalos de 12 horas, inicialmente dificultou o desenvolvimento das plantas. Para os cenários aos 50 e 75 DAT, não ocorreu diferença significativa entre os intervalos utilizados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Tal resultado não ocorreu com a presença ou a ausência da cobertura morta, ou seja, não diferiram em nenhuma das épocas avaliadas (FIGURAS 3A e 4A).

As variáveis BVPA, BSPA, DC, AP e NF não diferiram com os intervalos de irrigação, e nem com a presença ou ausência de cobertura utilizada em nenhuma das fases de avaliação (FIGURAS 3B, 3C e 4B, 4C). Entretanto, ocorreu interação da cobertura com o intervalo de 48 horas, para a BVPA e BSPA. MORAES et al. (2007), avaliando BVPA e BSPA, na variedade de repolho Chato de Quintal, em cultivo consorciado e solteiro, utilizando cobertura com cama-de-frango, constataram diferença significativa em relação à ausência de cobertura com cama-de-frango.

Com base no teste de Tukey, a 5% de probabilidade, constatou-se que para o diâmetro de caule do repolho, os intervalos de irrigação e a presença de cobertura não imprimiram efeito significativo. Verifica-se que essa variável não apresenta sensibilidade a tais tratamentos (FIGURAS 3D e 4D).

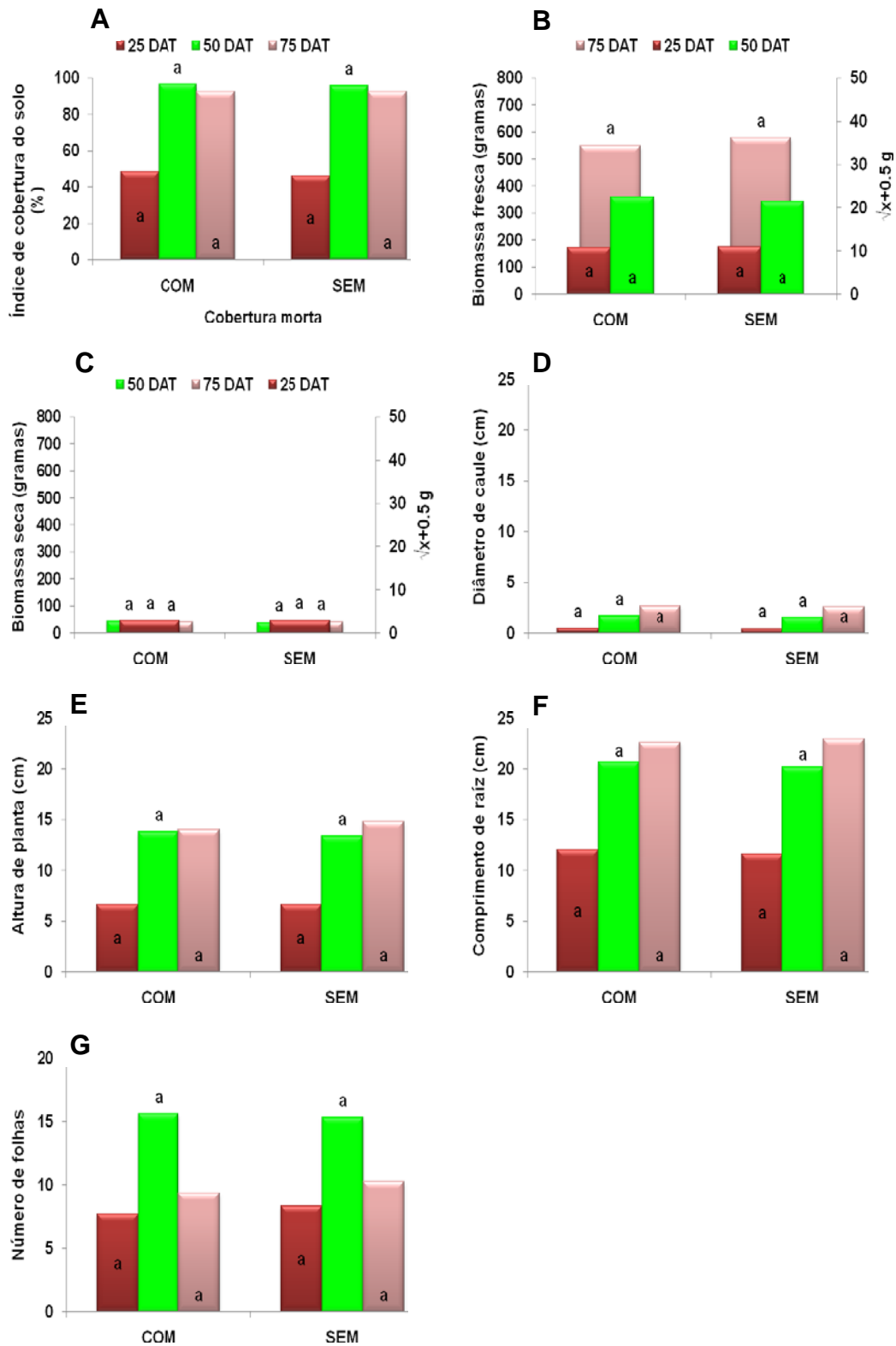
Nenhum dos intervalos de irrigação, assim como o uso da cobertura morta se mostraram significativas para a altura de planta nas três épocas de avaliação da cultura, embora tenham apresentado sempre desenvolvimento adequado com relação à altura, exceção para o intervalo de 48 horas para 50 e 75 DAT e presença de cobertura aos 50 e 75 DAT (FIGURAS 3E e 4E). Segundo MORAES et al. (2007), cultivando repolho em Dourados-MS, as plantas apresentaram crescimento variando de 42 cm a 22 cm. Os tratamentos aplicados foram: presença da cama-de-frango, ausência de cama-de-frango, plantio solteiro e do consócio com a espécie florística. Tais resultados tiveram relação com o padrão de resposta da espécie a fatores ambientais, e pelo uso da cama-de-frango ter induzido no solo maior quantidade de água e de nutrientes às plantas. ALAM (2007), avaliando diferentes níveis de Boro, encontrou plantas com altura variando de 18,33 cm (sem adição de Boro) a 26,60 cm, com adição de 4 kg de Boro ha⁻¹.

O comprimento de raiz foi significativamente diferente para o intervalo de irrigação de 12 horas, em relação ao intervalo de 48 horas, enquanto que o intervalo de 24 horas não diferiu significativamente dos intervalos de 12 e 48 horas, para 50 DAT.



Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas de mesma cor, não diferem entre intervalos de irrigação para cada época avaliada, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 3. Teste de médias para as variáveis de crescimento da cultura do repolho, avaliadas em três épocas diferentes utilizando três intervalos de irrigação durante o ciclo da cultura.



Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas de mesma cor, não diferem entre presença ou ausência de cobertura para cada época avaliada, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 4. Teste de médias para as variáveis de crescimento da cultura do repolho, avaliadas em três épocas diferentes, na presença e ausência da cobertura morta durante o ciclo da cultura.

Nota-se que a presença da cobertura morta não produziu diferenciação para nenhuma das épocas de avaliação (FIGURAS 3F, 4F).

FILGUEIRA (2002) afirma que o sistema radicular do repolho se concentra em uma profundidade entre 20 a 30 cm. A ocorrência de eventos pluviométricos durante a fase de 50 DAT pode ter influenciado no crescimento dessa variável. SANTOS (2008), cultivando cenoura e utilizando lâminas de 70, 80, 90, 100, 115 e 125% da ETc, verificou que o comprimento da raiz não foi afetado aos 45, 51 e 55 DAP. Entretanto, aos 89 e 100 DAP, as lâminas de 115 e 90% da ETc proporcionaram resultados superiores em relação aos demais.

Ao se avaliar o número de folhas nas três fases de desenvolvimento do repolho, com base nos intervalos de 12, 24 e 48 e na presença e ausência de cobertura morta, com base no teste de Tukey, a 5% de probabilidade, verifica-se que os tratamentos não diferiram entre si em nenhuma das fases (FIGURAS 3G, 4G). Constatou-se que o maior número de folhas ocorreu aos 50 DAT, com uma média de 16 folhas por planta. MOURA et al. (2006), avaliando o número de folhas do repolho híbrido “Astrus” em São Luis - MA, encontrou uma média de 22 folhas por planta. Essa leve redução pode estar associada à presença da salinidade ou à característica do próprio híbrido Midori.

Segundo AMBRÓSIO e MOURA (1999), maiores densidades têm a vantagem de proporcionar maior área coberta de solo pelas plantas, o que conseqüentemente impede a incidência direta da luz solar sobre a superfície do solo, contribuindo para melhor conservação da umidade e formação de um microclima favorável. VIANA et al. (2004) verificaram uma resposta linear entre os valores da matéria seca da cultura do crisântemo e os dias após transplante dentro de todos os níveis de irrigação, embora esta resposta não tenha sido influenciada por eles.

De acordo com a classificação de SANTOS e GHEYI (2003), os CV's apresentaram níveis de variação de baixo a médio, para as fases de avaliação das variáveis (TABELA 5). As causas da variação entre média a baixa estão relacionadas com a qualidade da coleta dos dados no campo, dos parâmetros avaliados, do híbrido utilizado no cultivo, da seleção de plantas homogêneas no momento do transplante e da distribuição homogênea das lâminas de irrigação na área. MORAES et al. (2007) encontraram CV para massa fresca e massa

seca de 26,78% e 26,59%, respectivamente em Dourados-MS. MOURA et al. (2006) encontraram CV para massa fresca e número de folhas de 25,80% e 10,70%, respectivamente em São Luis-MA.

Tabela 5. Médias das variáveis biométricas de crescimento em função dos intervalos de irrigação e do uso de cobertura morta

Var.	Tratamentos						CV%
	COMI1	SEMI1	COMI2	SEMI2	COMI3	SEMI3	
ICS%25	43,25ab	38,75b	45,00ab	59,00a	57,00ab	41,12ab	18,68
BVPA25	10,32a	11,32a	10,70a	11,30a	11,51a	10,21a	18,07
BSPA25	2,86a	3,34a	2,89a	2,97a	3,30a	2,86a	18,22
CR25	11,74a	11,08a	12,08a	12,00a	12,41a	11,91a	10,24
DC25	0,49a	0,41a	0,47a	0,44a	0,49a	0,46a	14,16
AP25	6,16a	6,08a	7,08a	7,16a	6,83a	6,83a	14,62
NF25	7,16a	8,00a	7,58a	8,91a	8,33a	8,08a	11,73
ICS%50	97,00a	94,75a	95,75a	98,25a	96,50a	94,75a	3,65
BVPA50	23,68a	21,96a	20,36a	22,28a	23,73a	20,05a	11,74
BSPA50	45,30a	40,92a	37,30a	40,61a	49,34a	37,50a	17,16
CR50	22,41a	22,25a	20,08a	19,50a	19,66a	19,00a	10,49
DC50	1,80a	1,58a	1,48a	1,67a	1,68a	1,41a	15,13
AP50	13,41a	12,66a	13,41a	13,75a	14,75a	13,83a	9,84
NF50	15,65a	15,25a	14,97a	16,07a	16,15a	14,70a	11,94
ICS%75	94,25a	90,50a	93,25a	97,25a	90,75a	90,00a	5,50
BVPA75	567,68a	576,60a	492,95a	609,29a	593,37a	550,64a	15,20
BSPA75	42,31a	46,38a	38,19a	43,89a	46,52a	39,90a	17,65
CR75	23,25a	22,50a	21,41a	23,91a	23,16a	22,50a	9,08
DC75	2,58a	2,61a	2,80a	2,78a	2,61a	2,45a	10,36
AP75	13,66a	14,66a	14,41a	14,83a	14,08a	15,08a	14,18
NF75	9,67a	10,42a	8,85a	9,40a	9,57a	11,00a	18,36

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$); Var.: variáveis, COMI1: intervalo de irrigação de 12 horas com cobertura morta, COMI2: intervalo de irrigação de 24 horas com cobertura morta, COMI3: intervalo de irrigação de 48 horas com cobertura morta, SEMI1: intervalo de irrigação de 12 horas sem cobertura morta, SEMI2: intervalo de irrigação de 24 horas sem cobertura morta, SEMI3: intervalo de irrigação de 48 horas sem cobertura morta.

De modo geral, todos os tratamentos apresentaram bom desenvolvimento vegetativo para a cultura, embora os tratamentos não diferissem significativamente. Exceção ao tratamento SEMI2 aos 25 DAT, que apresentou diferença significativa apenas em relação ao tratamento SEMI1 para a variável ICS(%), aos 25 DAT.

MOURA et al. (2006), no Estado do Maranhão, avaliando número de folhas basais e massa fresca, constataram não existir diferença significativa, adotando irrigação por aspersão as 12 h e 18 h, com presença e ausência de cobertura. Nesses tratamentos sobre todas as variáveis, para as fases amostradas, não foram constatadas diferenças significativas, embora algumas variáveis tenham apresentado valores mais elevados para tratamentos diferentes. Acredita-se que eventos pluviométricos, o sombreamento do solo da área causado pelas próprias plantas ou mesmo o manejo da irrigação tenha contribuído para tal fato (TABELA 5).

CONCLUSÕES

1. A interação de intervalos com a presença de cobertura morta foi significativa para índice de cobertura do solo, aos 25 dias após transplante.
2. A interação do fator cobertura dentro do fator intervalo para 24 e 48 horas foi significativa para índice de cobertura do solo, aos 25 dias após transplante; para biomassa verde e biomassa seca de parte aérea, foi significativo aos 50 dias após transplante.
3. A interação do fator intervalo dentro da ausência do fator cobertura foi significativa para índice de cobertura do solo aos 25 dias após transplante.
4. Para os testes da estatística univariada entre os tratamentos, houve interação significativa do intervalo versus cobertura, para as variáveis índice de cobertura do solo e biomassa verde de parte aérea.
5. Os diferentes intervalos de irrigação em conjunto com a cobertura morta aplicados à cultura do repolho não produziram efeito significativo nas variáveis ICS, BVPA, BSPA, DC, AP, CR e NF, durante o estudo realizado.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M.N. Effect of Boron levels on growth and yield of Cabbage in calcareous soils of Bangladesh. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Bangladesh, v.3, n.6, p.858-865, 2007
- AMBRÓSIO F.J.; MOURA, M.C.C.L. Avaliação de híbridos experimentais e comercial de repolho para a ilha de São Luís-MA. **Pesquisa em Foco**, São Luis, V.7, p.7-16, 1999.
- ATROCH, E.M.A.C.; SOARES, A.M.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* Link, submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência Agrometeorologia**, Lavras, v.25, n.4, p.853-862, 2001.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. rev. Viçosa, MG: UFV, 2002. 656p.
- BEZERRA, S.A.; CANTALICE, J.R.B. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob o cultivo da cana-de-açúcar, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.30, n.4, p.565-573, 2006.
- CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C. **Sistema irrigás para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.
- CARVALHO, J.A.; BERNARDO, S.; CASALI, V.W.D.; CECON, P.R. Efeitos da lâmina de irrigação sobre o crescimento da cenoura (*Daucus carota*) cv. Brasília. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.42, n.243, p.528-542, 1995.
- CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.

COELHO, E.F.; SOUSA, V.F.; RODRIGUES, B.H.N.; SOUZA, V.A.B. e ANDRADE, C.DE L.T. Produtividade do meloeiro sob diferentes intervalos de irrigação e disposições de linhas laterais de gotejamento em solo arenoso coeso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.309-315, 1999.

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

DOORENBOS, J., PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Campina Grande, FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation end drainage paper, 24).

ENGEL, V.L. Influencia do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia. 1989. 202f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.

FERREIRA, W.R.; RANAL, M.A.; FILGUEIRA, F.A.R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-Malásia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.635- 640, 2002.

FERREIRA, M.G.M.; CÂNDIDO, J.F.; CANO, M.A.O.; CONDÉ, A.R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.1, n.2, p.121-134, 1977.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2002. 402p.

GURGEL, M.T.; MEDEIROS, J.F.; NOBRE, R.G.; NETO, F.C.; e SILVA, F.V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n.2, 2003.

KOZLOWSKI, T.; KRAMER, P.J.; PALARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. London: Academic Press, 1991. 657p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA. 2000. 531p.

LEVY, Y.; BIELORAI, H.; SHALLEVET, J. Long-term effects of different irrigation regimes on grapefruit tree development and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.5, p.680-683, 1978.

LIMA, P.A.; MONTENEGRO, A.A.A.; LIRA JR., M.A.; SANTOS, F.X.; PEDROSA, EM.R. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.1, único, p.73-80, 2006.

LING, L.; HU, J.L.; LI, S.J. Influence of different shade covers on production of pak choi and spinach. **China vegetables**, n.4, p19–21, 1998.

MARQUELLI, W.A. Tensiômetros para controle de irrigação em hortaliças. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Circular técnico 57**, Brasília, 2008.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.7, p.661-666, 2005.

MEDEIROS, J.F.; SANTOS, S.C.L.; CÂMARA, M.J.T.; NEGREIROS, M.Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, 2007.

MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.10, n.1, p.30–37, 2006.

MORAES, A.A.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H. Produção de repolho chato de quintal e da capuchinha jewel, solteiros e consorciados, sem e com cama-de-frango semidecomposta incorporada no solo. **Ciências agrotecnicas**. Lavras, v.31, n.3, p.731-738, 2007.

MOURA; E.G; REZENDE, K.D.A.; ARAUJO, J.C.; CASTRO, M.F. Efeito de métodos de irrigação e do uso de cobertura vegetal sobre o cultivo de repolho em São Luís-MA. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.4, p.410-413, 2006

PIRES, R.C. de M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; CALHEIROS, R. de O. Manejo da irrigação em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.18, p.147-157, 2000.

RIBEIRO, M.R.; CORRÊA, M.M. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário. In: MONTENEGRO, A.A.A. **Diagnóstico e controle da salinização em aluviões com pequena agricultura irrigada**. Recife: UFRPE, 2001. Relatório.

SANTIAGO, F.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.632-643, 2004.

SANTIAGO, F.S. **Efeito do manejo da irrigação na salinidade e umidade de um neossolo flúvico, com a cultivar de repolho midori no Município de Pesqueira**. 2002. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, F. X. **Evapotranspiração de cultura e influência de diferentes lâminas e freqüências de irrigação no crescimento e produtividade da cultura da cenoura**. 2008. 81 f. il. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, J.W. dos; GHEYI, H.R.:(Ed.), **Estatística experimental aplicada: tópicos de engenharia agrícola e agrônômica**. Campina Grande: Ed. Marcone, 2003. 213p.

SAS Institute. The SAS system for windows. Cary, SAS Institute, 2004, CDRom

SILVA, K.C.M. **Avaliação do manejo da irrigação por microaspersão da cultura do repolho em região semi-árida**. 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil - recursos hídricos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SILVA, A.P.N.; MONTENEGRO, A.A.A.; PESSOA, A. L.; SILVA JUNIOR, S.; SILVA, J.J.N. Análise da distribuição pluviométrica mensal no município de Pesqueira-PE In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15°. 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2007. 1 CD-ROM.

SOUZA, E.R.; MONTENEGRO, A.A.A., FREIRE, M.B.G.S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.584–592, 2008

VIANA, T.V.A.; RÊGO, J.L.; AZEVEDO, B.M.; ARAÚJO, W.F.; BASTOS, F.G.C. Efeitos de níveis de irrigação sobre o índice de área foliar, a matéria seca e o desenvolvimento da inflorescência na cultura do crisântemo. **Irriga**, Botucatu, v.9, n.3, p.248-255, 2004.

VIEIRA, F.T.P.A.; SILVA, J.A.A.; FERREIRA, R.L.C.; CRUZ, M.A.O.M.; FERRAZ, I. Uma abordagem multivariada em experimento silvipastoril com *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit no agreste de pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.4, p.333-342, 2007.

CAPÍTULO 3

Produtividade do repolho em função da cobertura morta e intervalos de irrigação com água moderadamente salina

Resumo: Avaliou-se o efeito combinado de cobertura morta e intervalos de irrigação com água moderadamente salina sobre a produtividade e variáveis relacionadas da cultura do repolho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 com 4 repetições, seguindo a aplicação de intervalos de irrigação de 12, 24 e 48 horas, com a utilização de uma fração de lixiviação de 0,2, e com reposição da evapotranspiração da cultura (ETc). As produtividades foram afetadas pela frequência de irrigação e pela presença da cobertura morta. A máxima eficiência física da produção foi obtida com lâmina correspondente a 110,49% da ETc. O intervalo de irrigação de 12 horas com cobertura morta se mostrou mais eficiente, proporcionando a maior eficiência de uso da água.

Palavras-chave: semi-árido, manejo da irrigação, turnos de rega

Abstract: The combined effect of mulching and irrigation intervals was evaluated using moderately saline water on the productivity and related variables of cabbage. The experimental design was in random blocks using a 3 x 2 factorial scheme, with 4 repetitions, following the application irrigation intervals of 12, 24 and 48 hours, adopting a leaching fraction of 0.2, and the fulfillment of the crop evapotranspiration (ETc). The Productivities have been affected by the irrigation interval and by mulching. The maximum production efficiency was obtained with an irrigation depth corresponding to 110,49% of the ETc. The irrigation interval of 12 hours with mulching was the most efficient treatment, providing the largest water use efficiency.

Key words: semi-arid, irrigation management, watering schedules

INTRODUÇÃO

Dentre as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea*, o repolho é a de maior expressão econômica na produção mundial e brasileira (SONNENBERG, 1981; SILVA JÚNIOR, 1989; HAMERSCHMIDT, 1994). Essa cultura tem uma produtividade, dependendo das condições de manejo, que varia de 30 a 60 Mg ha⁻¹ de cabeças, segundo TIVELLI (1998). Do ponto de vista econômico, é a hortaliça mais importante da família das Brassicáceas, devido à ampla distribuição, facilidade de produção e grande consumo (FONSECA, 2001). Destaca-se, ainda, em termo de valor alimentício, tendo alto teor de vitamina C, e também fornecendo vitaminas B1, B2, E, K, sais minerais, sobretudo cálcio e fósforo, além de apresentar fácil digestibilidade (FILGUEIRA, 2002; LÉDO et al., 2000). TIWARI et al. (2003) constataram que cada 100 gramas de repolho tem 1,8 gramas de proteína, 0,1 grama de gordura, 4,6 gramas de carboidrato, 0,6 grama de mineral, 29 miligramas de cálcio, 0,8 miligramas de ferro, 14,1 miligramas de sódio, além de vitamina A.

A maioria das espécies de plantas terrestres de folhas tenras é sensível ao calor, sofrendo injúrias entre 30 e 40°C (LARCHER, 2000). Em repolho, temperaturas elevadas ocasionam a formação de cabeças pouco compactas ou a total ausência de cabeça em algumas variedades (FILGUEIRA, 2002). Isto ocorre provavelmente por ser o repolho uma cultura originária de regiões de clima temperado, com melhor desenvolvimento vegetativo na faixa de 15 a 20°C (FILGUEIRA, 2002). Além disso, é uma planta em forma de roseta, com a maior porção da parte aérea próxima ao solo e, portanto, sujeita a maior aquecimento quando comparada às plantas eretas (LARCHER, 2000).

SILVA JÚNIOR et al. (1989) e FILGUEIRA (2002) destacam a grande importância dessa cultura devido o seu caráter social, por empregar elevada mão-de-obra, sendo cultivada essencialmente por pequenos agricultores.

A irrigação deve respeitar as exigências da cultura, as condições de evapotranspiração local, a capacidade de armazenamento do solo e a profundidade efetiva do sistema radicular, minimizado assim, o desperdício da água.

O fornecimento de água, em forma ou quantidade, afeta o desenvolvimento, a fitossanidade, a qualidade, e a produção das culturas. Isto

ocorre porque a irrigação, além de disponibilizar a água para as culturas, aumenta a umidade e diminui a temperatura do ar e do solo (PIRES et. al., 2000).

IMTIYAZ et. al. (2000), avaliando o rendimento produtivo e o retorno econômico de algumas hortaliças em diferentes níveis de irrigação em relação à evaporação do Tanque Classe A, observaram que o rendimento comercial do repolho em cabeças m^{-2} e massa das cabeças, foram influenciados pelos níveis de irrigação. Os melhores rendimentos, 96,70 e 97,90 $Mg.ha^{-1}$, foram obtidos com lâminas de irrigação de 80% da evapotranspiração. Constataram também que a irrigação com 100% de reposição da água evapotranspirada reduziu a eficiência do rendimento comercial.

Na região Agreste de Pernambuco, observa-se variadas freqüências de irrigação com olerícolas, como as utilizadas por BASTOS (2004), SOUZA (2007), SANTIAGO et al. (2004) em repolho, e SANTOS (2008) com cenoura, adotando freqüências diárias e em dias alternados.

O aumento do consumo de alimentos tem forçado os produtores a investir em tecnologias para exploração do potencial de algumas hortaliças. Para isso, deve-se, harmonizar aspectos de exigências da cultura, tais como: o uso da cultivar comercial adaptada às condições locais de solo e clima, seu potencial genético para a formação de cabeças compactas e de bom tamanho (NUNES et al., 2004), obtendo-se assim uma produtividade economicamente viável.

O uso de cobertura no solo é uma prática recomendada, devido a benefícios tais como a melhoria do desempenho das culturas, a redução das perdas excessivas de água do solo, diminuição do impacto da chuva sobre o solo, a diminuição da ação da erosão superficial, o tamponamento das mudanças de temperatura do solo, a reposição de nutrientes, e o desenvolvimento da fauna edáfica (SOUZA e RESENDE, 2003). A composição e a densidade da cobertura são importantes aspectos a serem considerados para análise de seus efeitos sobre as culturas. Em teste com diferentes tipos de cobertura na cultura do pimentão, QUEIROGA et al. (2002) verificaram que a produção de pimentão variou com a qualidade dos materiais utilizados e que, somente na cobertura com raspa de madeira, a produção de pimentão foi menor que no tratamento sem cobertura.

A disponibilidade de híbridos tropicais, no caso do repolho, tem dado ensejo ao surgimento de vários trabalhos sobre o seu comportamento em regiões de clima tropical. Em São Luís do Maranhão, AMBRÓSIO e MOURA (1999), trabalhando com avaliação de híbridos experimentais e comerciais de repolho, sob irrigação por aspersão, obtiveram, para o híbrido Astrus, a produtividade de 35,28 Mg.ha⁻¹, com cabeças de 766,98 g em massa fresca, e 0,60 de índice de formato de cabeças. As temperaturas máximas e mínimas registradas durante o experimento oscilaram em torno de 28 - 33°C e 20 - 23°C, respectivamente.

ARAÚJO et al. (2003), também em São Luís-Maranhão, avaliaram no híbrido "Astrus", submetido a diferentes níveis de irrigação por sulco, e obtiveram resultados de produtividade de 11,60 Mg ha⁻¹ e cabeças com massa de 439 g. Tal resultado é pouco expressivo, podendo ser atribuído à baixa eficiência do sistema de irrigação por sulco para a cultura, e à condição de clima quente. Tais resultados, embora tenham contribuído para um maior entendimento do comportamento da cultura do repolho, são ainda insatisfatórios, quando comparados aos obtidos em outras regiões.

FRACARO et al. (1999) avaliaram vários cultivares e híbridos de repolho na região nordeste do Rio Grande do Sul, e obtiveram para o híbrido Astrus a produção de 48,56 Mg ha⁻¹, cabeça com massa fresca de 1940 g e índice de formato de 0,77.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade do híbrido de repolho Midori, considerando diversas frequências de irrigação e cobertura morta, aplicando água moderadamente salina, em clima semi-árido.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, município de Pesqueira-PE, situada na Região Agreste do Estado de Pernambuco, distando 230 km de Recife e a 613 m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas são: 8°34'17"S e 37°1'20" W (SOUZA et al., 2008).

O clima do local é classificado, segundo Köppen, como BShw' semi-árido quente, caatinga hiperxerófila. A umidade relativa média anual do ar é de 73%, e a velocidade média do vento é de $2,5 \text{ m s}^{-1}$ (SANTIAGO et al., 2004). A precipitação média anual na região é de 730 mm, a temperatura média é de 27°C , e a evapotranspiração é de cerca de 1680 mm (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2006). O solo é caracterizado como Neossolo Flúvico, com textura predominantemente siltosa (RIBEIRO e CORREA, 2001).

Preparo do solo e delineamento experimental

O preparo da área experimental consistiu em operação de aração e gradagem mecanizada e da divisão da área em quatro blocos. Cada bloco apresentava comprimento e largura de 30 m e 10 m, respectivamente.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2. Os tratamentos primários foram constituídos de três intervalos de irrigação: 12, 24 e 48 horas, e os tratamentos secundários foram: presença e ausência de cobertura morta, totalizando um total de 24 parcelas. A dimensão da área experimental foi de 60 x 30 m, blocos dispostos no sentido transversal da área com 30 m x 10 m, cada parcela (tratamento) com uma área útil de $9,1 \text{ m}^2$.

Os intervalos de irrigação foram baseados na evapotranspiração estimada pelo Tanque Classe "A". Para o intervalo de 12 horas, fracionou-se a ETc de 24 horas em duas, para o intervalo de 24 horas aplicava-se a ETc diária, enquanto que, para o intervalo de 48 horas, somaram-se as ETc de dois dias consecutivos. A cobertura morta utilizada foi de capim elefante da variedade roxo de Botucatu, com uma densidade de $13,00 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Irrigação

O sistema de irrigação por microaspersão foi instalado na área cultivada com repolho. O sistema possui tubulação de sucção de 75 mm, uma linha adutora e três linhas de derivação com comprimento de 30 m cada, e diâmetro de 50 mm, equidistantes 18 m. Cada linha de derivação possui 24 saídas conectadas em mangueiras de polietileno de 16 mm. No início das linhas de derivação, estão instalados manômetros responsáveis pelo monitoramento, e

hidrômetros que monitoram a quantidade de água aplicada. O espaçamento entre linhas laterais é de 2,73 m e, entre emissores, de 3 m. Existe um total de 264 emissores na área, com raio de 3 m, rotação de 360°, e pressão média de serviço de 213,9 kPa.

O microaspersor é da marca Carborundum, de bocal verde-escuro, diâmetro igual a 1,0 mm, e diâmetro molhado igual a 6,0 m, vazão de 54,26 L h⁻¹. Tal sistema gera uma intensidade de precipitação de 6,03 mm h⁻¹, e uma cobertura de 100%.

A água utilizada na irrigação da área experimental foi captada de Poço Amazonas, sendo classificada como moderadamente salina (RHOADES et al., 1992) (TABELA 1).

Tabela 1. Composição química da água de irrigação

Água de irrigação	
CE (dS m ⁻¹)	1,13
pH	7,39
RAS (mmol _c L ^{-0.5})	8,99

Fonte: SANTOS (2008)

As lâminas de irrigação dos tratamentos foram calculadas utilizando as leituras do Tanque Classe “A,” bem como uma fração de lixiviação, de valor teórico de 0,2. A fração de lixiviação foi calculada, levando-se em consideração a equação de RHOADES (1974) e RHOADES e MERRILL (1976):

$$FL = \frac{CEa}{5 * CEes - CEa} \quad 1$$

em que:

FL: Fração de lixiviação mínima que se necessita para controlar os sais dentro do limite de tolerância da cultura;

CEa: Salinidade da água de irrigação, em dS m⁻¹;

CEes: Salinidade do extrato de saturação do solo, em dS m⁻¹, que representa a salinidade tolerável por determinada cultura.

No cálculo do tempo de aplicação das lâminas, considerou-se os resultados de teste do sistema de irrigação, particularmente quanto à eficiência de aplicação do sistema (84,86%).

A operação do sistema de irrigação compreendeu a utilização de registros em cada uma das linhas, as quais, dentro de cada tratamento, permaneciam abertas conforme o tempo de irrigação calculado.

Condução do experimento

Utilizou-se a cultivar de repolho 'Midori', com semeadura manual em um canteiro de 1 x 15 m. Para o transplante das mudas aos 37 dias após a semeadura (04/01/2008), foram realizadas marcações de fileiras e covas espaçadas entre si de 0,5 m e 0,3 m, respectivamente.

Foi utilizada adubação de cobertura do tipo organomineral, oito dias após o transplante em sulcos, distantes das fileiras de plantas 0,01 m e à profundidade de 0,007 m. A formulação foi calculada de acordo com a análise de solo (TABELA 4), bem como seguindo a recomendação de adubação específica (TABELA 3), baseado em CAVALCANTI (1998).

Tabela 3. Quantidade e fonte de adubos para utilização na área

Quantidade	Unidade	Fonte	Formulação	Gramas/m linear
100	Kg.	Takamix® OM 20	16-05-17+B+Zn	25
350	Kg.	Organus® B	01-04-03	100

Kg: quilogramas; m: metro

Tabela 4. Análise de solo da área experimental e recomendação de calcário

P	pH	cmolc dm ⁻³						CAL			
		Ca	Mg	Na	K	Al	H	t/ha	S	CTC	V
mg dm ⁻³	(H ₂ O)										
105	7,60	3,95	2,30	1,00	0,30	0,00	0,82	0	7,6	8,4	90

CAL: calcário

Realizou-se aplicações foliares aos 50, 58 e aos 67 dias após transplante definitivo (DAT). Foram aplicados 150 litros de calda da solução, dos quais 0,375 L foram do produto comercial CAB10®, que contém em sua composição 0,08 ml de Ca e 0,02 ml de Boro.

A tabela 5 apresenta o resultado da análise de fertilidade do solo, a qual foi realizada no laboratório de fertilidade do solo da UFRPE.

Tabela 5. Análise de solo da área experimental

Profundidade cm	N Dag kg ⁻¹	CO	MO g/kg ⁻¹
20	0,16	10,60	18,27

N: Nitrogênio; CO: Carbono orgânico; MO: Matéria orgânica; cm: centímetros; Dag: Decagrama; kg: kilograma; g: grama.

Os intervalos de irrigação permaneceram iguais, com aplicações duas vezes ao dia para todos os tratamentos, até o décimo quinto dia após transplante (DAT), com reposição igual à ETc baseada no Tanque Classe “A”, com vistas à formação do stand e o estabelecimento da cultura no campo. Foram procedidas capinas periódicas combinando métodos mecânico e manual, visando controlar ervas invasoras. A colheita foi realizada aos 83 DAT.

Eficiência de uso da água

A eficiência do uso de água é um parâmetro de avaliação que relaciona a quantidade de água necessária para produzir uma unidade de matéria vegetal, podendo ser expressa pela seguinte relação (COSTA et al., 2005):

$$EUA = \frac{X}{Y} \quad 2$$

Em que:

EUA : Eficiência de uso da água, Mg ha⁻¹ mm⁻¹;

X: Produtividade da cultura, Mg ha⁻¹;

Y: Lâmina de água consumida pela cultura durante o ciclo, em mm.

As variáveis produtividade, peso médio de cabeças, diâmetro vertical de cabeça, diâmetro horizontal de cabeça e índice de formato de cabeça, foram determinadas a partir da colheita nas duas fileiras centrais. Para a análise da eficiência do uso da água, dividiu-se a produtividade média de cada tratamento pelo consumo de água durante o ciclo da cultura, medida em lisímetro de drenagem no intervalo de 12 horas, com presença e ausência de cobertura

morta. O índice de formato de cabeças é calculado através da relação entre diâmetro vertical de cabeças e diâmetro horizontal, conforme MOURA et al. (2006).

Análise estatística

A estatística utilizada foi à análise de variância, teste F, e o teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade, através do programa estatístico. As variáveis com efeitos significativos da interação pelo teste F foram submetidas a desdobramento, para verificar o efeito isolado de cada variável (SANTOS e GHEYI, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo estatístico utilizado foi significativo ao nível de probabilidade de 5%, para algumas variáveis.

A Tabela 6 apresenta a análise de variância para as seguintes variáveis: produtividade (Pr), peso médio de cabeça (PMC), diâmetro vertical de cabeça (DVC), diâmetro horizontal de cabeça (DHC), índice de formato de cabeça (IFC) e eficiência do uso da água (EUA). As variáveis produtividades, peso médio de cabeça e eficiência do uso da água sofreram efeito da cobertura morta. Por outro lado, os intervalos de irrigação afetaram apenas as variáveis produtividades e a eficiência do uso da água.

A análise de variância mostrou que não houve efeito significativo dos intervalos de irrigação para PMC, DVC, DHC, IFC. Já a cobertura morta não exerceu efeito significativo para as variáveis DVC, DHC, IFC, embora tenha sido verificado que, para a interação entre os fatores intervalo e cobertura, não houve efeito significativo para nenhuma variável avaliada. As diferenças entre as produtividades e (EUA) foram significativas para intervalos de irrigação e para a cobertura. Para o PMC, existiu diferença significativa apenas devido à cobertura morta (TABELA 6).

Tabela 6. Análise de variância para a produtividade e variáveis relacionadas, obtidas na fase de colheita da cultura do repolho

F. V.	GL	Variáveis					
		P	PMC	DVC	DHC	IFC	EUA
Pr > F							
B	3	0,07	0,50	<0,001	0,35	<0,001	0,07
I	2	<0,001	0,22	0,56	0,26	0,12	<0,001
CM	1	0,02*	<0,001	0,52	0,20	0,82	0,02*
I x CM	2	0,06	0,94	0,46	0,26	0,89	0,06

Pr>F: indica o nível de significância do valor de I.; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; B: blocos; I: intervalos de irrigação; C.M.: cobertura morta; I.x C.M.: interação das intervalos x cobertura morta; P: Produtividade (Mg ha^{-1}); PMC: Peso médio de cabeça (kg); DVC: Diâmetro vertical de cabeça (cm); DHC: Diâmetro horizontal de cabeça (cm); IFC: Índice de formato de cabeça; EUA: Eficiência do uso da água; * significância a 5% de probabilidade; <: significância a 1% de probabilidade.

No desdobramento da interação do fator cobertura dentro do fator intervalo, percebe-se que só houve efeito de interação para o fator cobertura dentro da frequência de 48 horas para a Pr e EUA. (TABELA 7).

O desdobramento da interação do fator cobertura dentro do fator intervalo mostrou que não houve efeito de interação para as variáveis PMC, DVC, DHC e nem para IFC, em nenhum dos intervalos. Percebe-se o efeito de interação do fator cobertura dentro do fator intervalo de 48 horas altamente significativo, para a P e EUA. Verifica-se a ausência do efeito interação do fator cobertura dentro dos fatores intervalo de 12 horas e de 24 horas, para essas mesmas variáveis (TABELA 7).

O desdobramento da interação do fator intervalo dentro do fator cobertura está detalhado na Tabela 7. Percebe-se que houve efeito de interação para o fator intervalo tanto dentro do fator presença de cobertura como para o fator ausência de cobertura, para as variáveis produtividade e eficiência do uso da água.

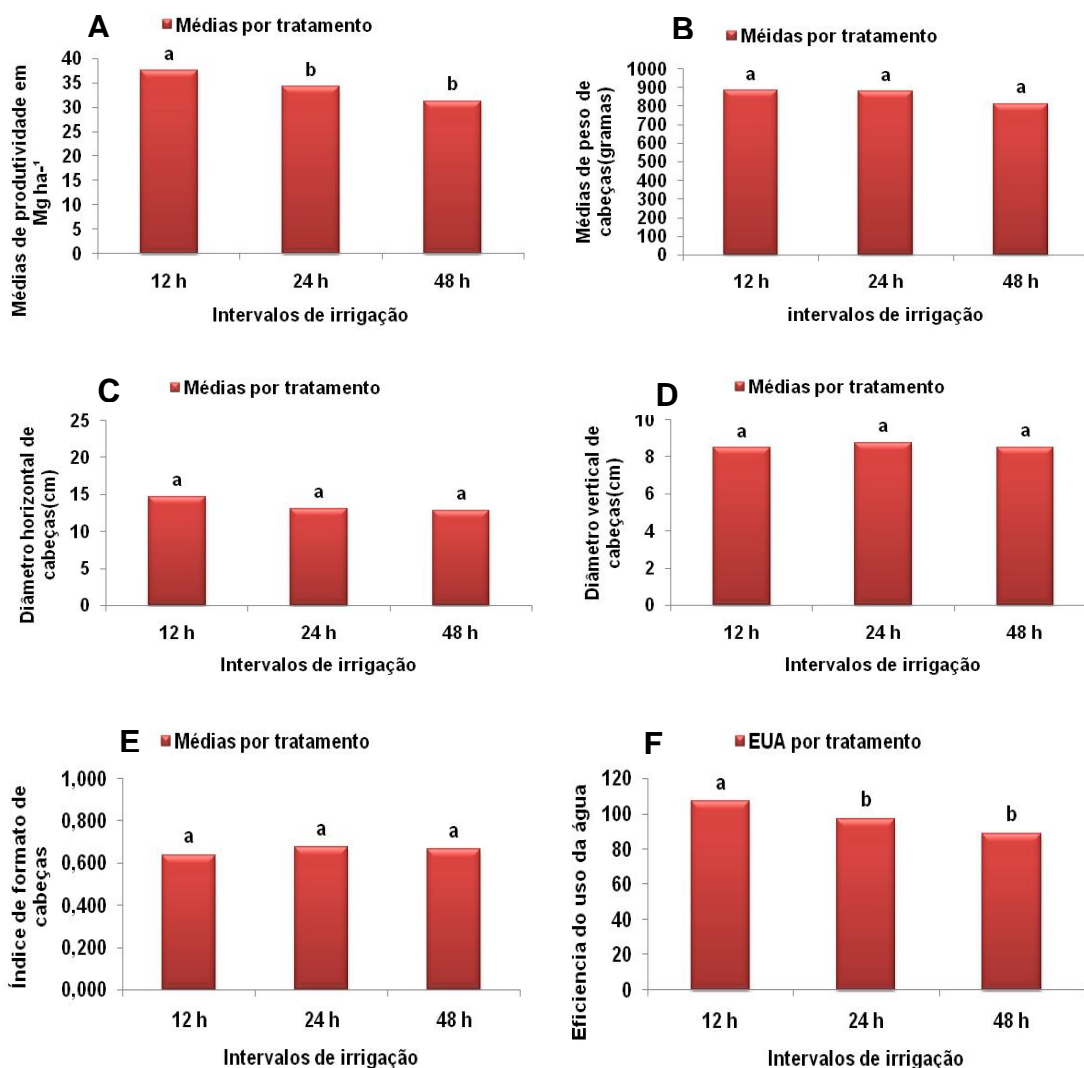
Tabela 7. Desdobramento da interação para a significância do fator cobertura dentro do fator intervalo, e do fator intervalo dentro do fator cobertura na fase de colheita da cultura do repolho

F. V.	GL	Variáveis					
		P	PMC	DVC	DHC	IFC	EUA
Pr > F							
I (12)	1	0,15	0,12	0,39	0,05	0,63	0,15
I (24)	1	0,68	0,12	0,52	0,81	0,84	0,68
I (48)	1	<0,001	0,06	0,37	0,68	0,92	<0,001
Com	2	0,01*	0,58	0,98	0,09	0,20	0,01*
Sem	2	<0,001	0,34	0,28	0,89	0,50	<0,001

I (12): intervalo de irrigação de doze horas; I (24): intervalo de irrigação de vinte e quatro horas; I (48): intervalo de irrigação de quarenta e oito horas; Com: tratamento com presença de cobertura morta; Sem: sem a presença de cobertura morta; P: Produtividade Mg ha⁻¹; PMC: Peso médio de cabeça (kg); DVC: Diâmetro vertical de cabeça em cm; DHC: Diâmetro horizontal de cabeça cm; IFC: Índice de formato de cabeça; EUA: Eficiência do uso da água; * significância a 5% de probabilidade; <: significância a 1% de probabilidade.

Verifica-se ainda na Tabela 7 que não existiu efeito de interação para as variáveis PMC, DVC, DHC e IFC, para nenhuma dos intervalos, embora se perceba o efeito da interação do fator intervalo dentro do fator cobertura para a P e EUA. Observa-se, que para as referidas variáveis, o efeito da interação do fator intervalo na presença da cobertura foi significativo, enquanto que, a interação do fator intervalo na ausência da cobertura mostrou-se altamente significativa (TABELA 7).

Na Figura 1 estão apresentadas as variáveis médias de produtividade, (Mg ha⁻¹), médias de peso de cabeças de repolho (g), diâmetro horizontal de cabeças de repolho (cm), diâmetro vertical de cabeças de repolho (cm), índice de formato de cabeças e eficiência do uso da água, proporcionada pelas diferentes intervalos de irrigação e de cobertura.



Médias seguidas de mesmas letras, não diferem entre intervalos de irrigação, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 1. Teste de médias das variáveis de produção para os três intervalos de irrigação.

No Assentamento Nossa Senhora do Rosário, no município de Pesqueira-PE, a produtividade média foi de $34,33\ Mg\ ha^{-1}$. O tratamento que diferiu estatisticamente em relação aos demais foi o intervalo de 12 horas, provavelmente devido a efeitos positivos de arrefecimento promovidos pela microaspersão de maior intensidade, segundo MOURA et al. (2006). SANTIAGO (2002) e SILVA (2003), avaliando o mesmo híbrido, utilizando o mesmo sistema de irrigação e na mesma área, obtiveram produtividades médias de $10,15\ Mg\ ha^{-1}$, e $38,07\ Mg\ ha^{-1}$, respectivamente. De acordo com SANTIAGO (2002), os baixos valores de produtividade ocorreram devido ao

comprometimento parcial do plantio por motivo de ataque da praga traça do repolho (*Plutella xylostella*).

MOURA et al. (2006), trabalhando com intervalos de irrigação de 12 e 18 horas no repolho, utilizando sistemas de irrigação por aspersão e por sulcos, com presença e ausência de cobertura morta, obtiveram uma produtividade de 13,00 Mg ha⁻¹ para a aspersão nas condições de solo coberto e descoberto, de 7,50 Mg ha⁻¹ para a irrigação por sulcos em solo descoberto e de 15,00 Mg ha⁻¹ para irrigação em sulcos para o solo coberto. Verifica-se que as produtividades obtidas na Fazenda Nossa Senhora do Rosário (FIGURA 1A) estão dentro da produtividade estabelecida para o repolho por TIVELLI (1998), que varia de 30,00 a 60,00 Mg ha⁻¹

De modo geral, todos os intervalos de irrigação adotados produziram médias de peso de cabeças elevadas (882,41 g; 877,35 g; 811,00 g respectivamente, para intervalos de 12h, 24h e 48h) sem, contudo, diferir significativamente (FIGURA 1B). MOURA et al. (2006), obtiveram peso máximo de 603,1g, avaliando massa fresca nos dois sistemas de irrigação já citados. ARAÚJO et al. (2003), trabalhando com várias lâminas d'água na mesma área em irrigação por sulco e sem cobertura do solo, conseguiram com a mesma cultivar, cabeças com apenas 440 g de massa fresca. Por outro lado, AMBRÓSIO e MOURA (1999), avaliando híbridos de repolho, também na mesma área, obtiveram cabeças com massa fresca de 767 g, para o híbrido Astrus sob irrigação por aspersão e com uso de cobertura vegetal. Em Manaus, CARDOSO (1998) obteve cabeças com massa fresca de 827,7 g para o mesmo híbrido, em condições em que a temperatura média do ar no período foi de 25,9°C. Os valores encontrados para médias de peso de cabeças de repolho pelo último autor estão dentro da faixa dos valores observados no Assentamento Nossa Senhora do Rosário, embora a temperatura média no local tenha sido de 24,8°C, durante o período experimental.

As médias de diâmetro horizontal de cabeças por tratamento com base nos intervalos de irrigação adotados foram de 14,7 cm, 13,2 cm, 12,9 cm, respectivamente, não tendo havido diferença significativa entre os tratamentos (FIGURA 1C). Do mesmo modo, pode-se verificar o comportamento similar da variável diâmetro horizontal de cabeças para as condições experimentais

consideradas (FIGURA 1D). As médias de diâmetro vertical de cabeças por tratamento com base nos intervalos de irrigação foram 8,6 cm, 8,7 cm e 8,6 cm, respectivamente para os três intervalos. Os tratamentos utilizados não produziram efeito sobre essa variável.

As médias de índice de formato de cabeças para cada tratamento utilizado com base nos três intervalos de irrigação foram 0,64, 0,68, 0,67, respectivamente. Os tratamentos utilizados não promoveram diferenças significativas para essa variável (FIGURA 1E). Tomando como base a variação dos valores de 0,64 a 0,68, afirma-se que as cabeças apresentaram formato achatado. MOURA et al. (2006), avaliando o híbrido de repolho Astrus, encontraram valores que variaram de 0,81 a 0,93. Verifica-se que o índice de formato de cabeças variaram de achatadas no sistema de irrigação em sulcos com e sem cobertura, a arredondadas no sistema de irrigação por aspersão, tanto no solo coberto quanto no solo descoberto.

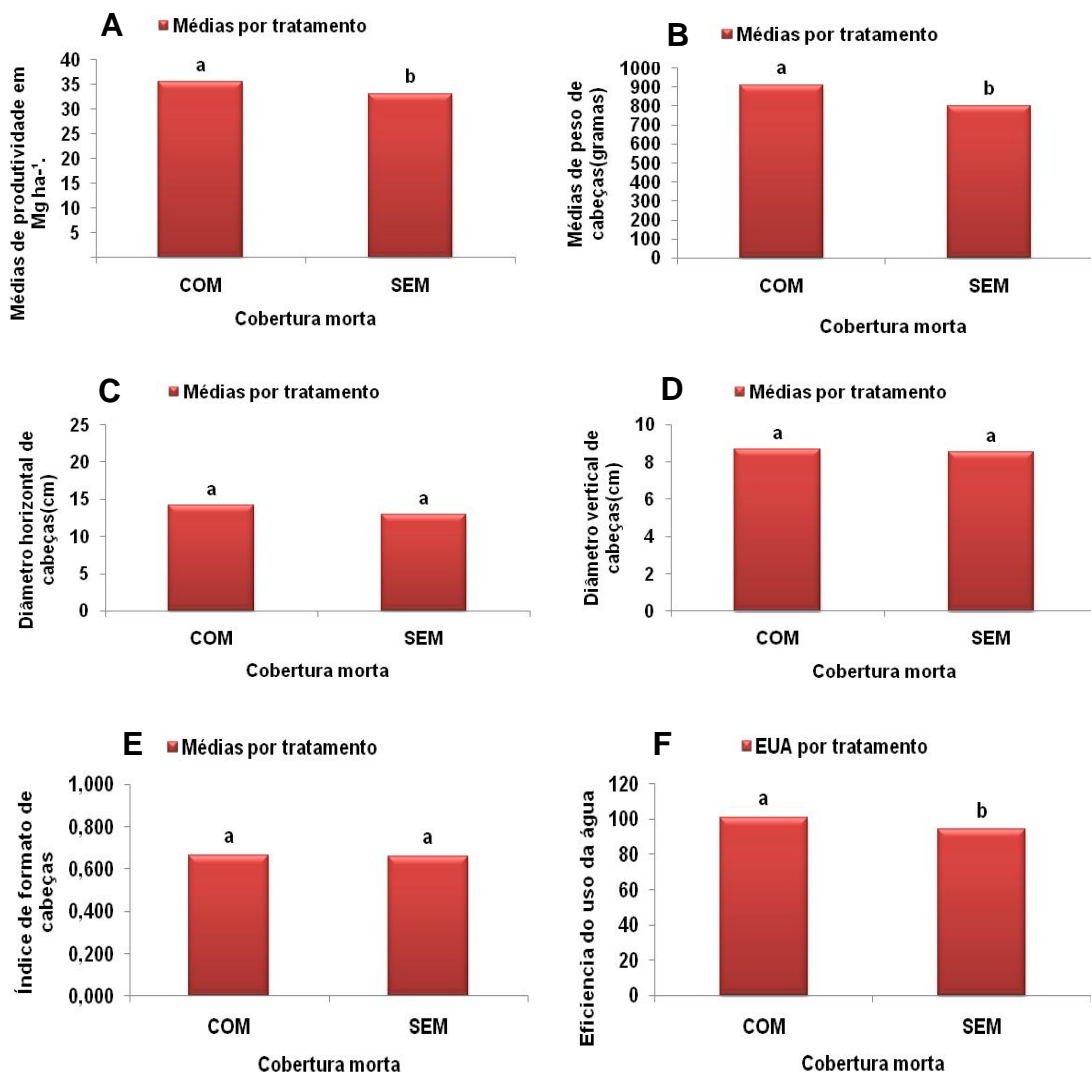
As médias de EUA para os tratamentos com base nos três intervalos de irrigação foram 106,88%; 97,30%; 88,91%, respectivamente. O intervalo de irrigação de 12 horas produziu efeito estatisticamente superior em relação aos intervalos de 24 e 48 horas. Tal resultado pode está relacionado ao curto intervalo de aplicação da irrigação e ao espaçamento utilizado (FIGURA 1F). No trabalho de AMBRÓSIO e MOURA (1999), destacaram que maiores densidades têm a vantagem de proporcionar maior área coberta de solo pelas plantas, o que conseqüentemente impede a incidência direta da luz solar sobre a superfície do solo, podendo contribuir para melhor conservação da umidade e formar um microclima favorável.

Na Figura 2 está apresentada as variáveis produtividade em Mg ha^{-1} , peso de cabeças de repolho (g), diâmetro horizontal de cabeças de repolho (cm), diâmetro vertical de cabeças de repolho (cm), índice de formato de cabeças e eficiência do uso da água, na presença e ausência da cobertura.

As médias de produtividade do repolho por tratamento foram $35,54 \text{ Mg ha}^{-1}$ para presença da cobertura, e $33,12 \text{ Mg ha}^{-1}$ para sua ausência (FIGURA 2). Verifica-se que a presença da cobertura afetou a produtividade. Observa-se também que houve diferença estatística entre os tratamentos, com destaque para o tratamento com presença de cobertura (FIGURA 2A).

MOURA et al. (2006), em São Luis-MA, cultivando o híbrido de repolho Astrus, obteve maior produtividade quando utilizou cobertura morta em sistema de irrigação por sulcos. Já a presença e a ausência da cobertura para a irrigação por aspersão, aplicada as 12 e às 18 horas, não produziu resultados distintos.

RESENDE et al. (2005) avaliaram a influência de cobertura morta de vegetais sobre o controle de ervas daninhas e a produtividade da cultura da cenoura, obtendo produtividades entre 64,00 e 112,00 Mg ha⁻¹, tendo observado efeito significativo sobre todas as variáveis de produção.



Médias seguidas de mesmas letras, não diferem entre presença e ausência de cobertura, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 2 Teste de médias para as variáveis de produção na presença e ausência da cobertura.

Segundo CASSOL et al. (2004), a presença de resíduos vegetais em cobertura de solo reduz a velocidade de escoamento e mantém a umidade do solo. Em relação à irrigação de alta frequência, o uso de pequenos períodos diários de irrigação funciona como mecanismo de resfriamento da cultura, produzindo efeitos significativos ao uso de cobertura vegetal.

As médias de peso de cabeças para os tratamentos com a cobertura e sem cobertura foram 911,33 g e 802,51 g, respectivamente. O uso da cobertura morta promoveu resultado estatisticamente diferente, em relação ao cultivo descoberto, para essa variável, nas condições do experimento (FIGURA 2B).

As médias de diâmetro horizontal de cabeças para o tratamento com cobertura foi de 14,20 cm, e 12,96 cm para a ausência. Verifica-se que a presença da cobertura não afetou significativamente as médias de diâmetro horizontal de cabeças. Do mesmo modo, a presença ou ausência da cobertura para a variável diâmetro vertical, não produziu diferença estatística. As médias de diâmetro vertical de cabeças para os tratamentos com e sem cobertura foram de 8,68 cm, e 8,54 cm, respectivamente.

As médias de índice de formato de cabeças, para ambos os tratamentos com cobertura, foram de 0,66. Observa-se assim, que a presença ou a ausência da cobertura não afetou as médias de índice de formato de cabeças (FIGURA 2E).

As médias de EUA para os tratamentos com cobertura foram de 101,13, e 94,26 para a ausência. Verifica-se que a presença da cobertura imprimiu diferença estatística significativa (FIGURA 2F).

De acordo com o teste de médias, pode-se verificar que o efeito da presença da cobertura, em relação à sua ausência, foi significativo. A cobertura apresenta benefícios como: redução da erosão do solo ocasionada pelo vento e pelo escoamento superficial, proteção da superfície do solo contra sua impermeabilização ou obstrução, proporcionando maior infiltração e maior retenção de água da irrigação e da chuva pelo solo (DOORENBOS e PRUITT, 1977). Cabe citar também redução das perdas por evaporação, e aumento da eficiência do uso da água, segundo MOREIRA et al. (2004), redução do número de irrigações (MOREIRA et al., 1999), e redução nos custos de operacionalização do sistema de irrigação (ANDRADE et al., 2002). Além disso, BRAGAGNOLO e MIELNICZUK (1990) afirmam que o uso de cobertura

do solo pode diminuir a temperatura máxima dos 5 cm da superfície em mais de 1°C. Já KHATOUNIAN (2001) acrescenta que o uso de cobertura vegetal sobre o solo melhora a conservação da água e ameniza a temperatura para as raízes.

AMBRÓSIO e MOURA (1999), a produtividade chegou a mais de 30,00 Mg.ha⁻¹ em uma densidade de 4,1 plantas m⁻². Além disso, maiores densidades têm a vantagem de proporcionar maior área coberta de solo pelas plantas, o que conseqüentemente impede a incidência direta da luz solar sobre a superfície do solo, podendo contribuir para melhor conservação da umidade e formar um microclima favorável. Essa hipótese pode se sustentar no fato de que os últimos autores obtiveram cabeças com mais de 750 g de massa fresca.

Os CV's das variáveis analisadas, apresentaram níveis de variação de baixo a médio (TABELA 8). Esses resultados mostram o controle da homogeneidade dentro dos blocos e dos tratamentos, o controle no momento da coleta dos dados dessas variáveis, o auto-ajuste do sistema de irrigação na distribuição uniforme de água, e das próprias plantas no momento do transplante, assim como da adubação aplicada. MOURA, et al. (2006) encontraram coeficientes de variação de 6,2% e 25,9% para as variáveis IFC e P respectivamente, em São Luis-MA. O valor do CV encontrado por MORAES et al. (2007), avaliando a média de diâmetro de cabeças na variedade chato de quintal em Dourados-MS, foi de 12,27%. Já NUNES et al. (2004) encontraram, em Estância-SE, coeficientes de variação para peso de cabeça e produtividade do repolho de 22,65% e 22,65% para ambas as variáveis.

De modo geral, todos os tratamentos proporcionaram resultados satisfatórios, quanto à produtividade e suas variáveis relacionadas. Verifica-se que os tratamentos COMI1 e SEMI1, embora apresentando valores sensivelmente maiores que aqueles dos tratamentos SEMI2, COMI3 e COMI2, só diferiram significativamente do tratamento SEMI3 para as variáveis EUA e Pr (TABELA 8). Esse resultado difere daquele encontrado por MOURA, et al. (2006), avaliando a presença e ausência de cobertura nos intervalos de irrigação às 12 h e às 18 horas, pesquisando o híbrido "Astrus".

Tabela 8. Médias da produtividade e variáveis relacionadas em função dos intervalos de irrigação e do uso da cobertura morta

Var.	Tratamentos						CV
	COMI1	SEMI1	COMI2	SEMI2	COMI3	SEMI3	
EUA	110,49 a	103,27 a	96,31 ab	98,29 ab	96,61 ab	81,21 b	8,0
P	38826 a	36289 a	33842 ab	34539 ab	33947 ab	28538 b	8,0
PMC	933,22 a	831,60 a	927,20 a	827,50 a	873,58 a	748,43 a	10,0
DHC	16,43 a	12,99 a	12,94 a	13,33 a	13,21 a	12,54 a	17,3
DVC	8,68 a	8,34 a	8,65 a	8,91 a	8,71 a	8,36 a	13,1
IFC	0,63 a	0,64 a	0,68 a	0,67 a	0,66 a	0,67 a	8,1

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$); Var.: variáveis, COMI1: intervalo a de irrigação de 12 horas com cobertura morta, COMI2: intervalo de irrigação de 24 horas com cobertura morta, COMI3: intervalo de irrigação de 48 horas com cobertura morta, SEMI1: intervalo de irrigação de 12 horas sem cobertura morta, SEMI2: intervalo de irrigação de 24 horas sem cobertura morta, SEMI3: intervalo de irrigação de 48 horas sem cobertura morta.

Os tratamentos não apresentaram diferença significativa sobre as demais variáveis pesquisadas. Tais resultados indicam que a utilização da cobertura morta, mesmo tendo apresentado valores sensivelmente maiores, para os tratamentos COMI1 e COMI3, em relação aos tratamentos SEMI1 e SEMI3, não diferiram significativamente.

CONCLUSÕES

1. Para o local estudado é viável a utilização de intervalo de irrigação de doze horas, pois o mesmo pode proporcionar maior eficiência no uso da água e maior produtividade, para a cultura do repolho, e nas condições experimentais adotadas.
2. O uso da cobertura morta para a região estudada, proporcionou maior eficiência no uso da água, maior produtividade e maior média de peso de cabeças de repolho, proporcionando ao agricultor maior rentabilidade por hectare.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, F.J.; MOURA, M.C.C.L. Avaliação de híbridos experimentais e comercial de repolho para a ilha de São Luís-MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v.7, p.7-16, 1999.

ANDRADE, R.S.; MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; e CARVALHO, J.A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.35-38, 2002.

ARAUJO, J.C.; MOURA, E.G.; CANTANHÊDE, I.S.L.; RESENDE, F.A. Produtividade e qualidade do repolho submetido a várias lâminas d'água e turnos de rega na irrigação por sulco fechado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.21, p.346, 2003.

BASTOS D.C. O. A. **Manejo da salinidade em irrigação localizada: análise da alternativa de lixiviação incompleta**. 2004. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BRAGAGNOLO N; MIELNICZUK J. Cobertura do solo por palha de trigo e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.14, p.369-374, 1990.

CARDOSO, M.O. Características de repolhos de verão em ecossistema de terra firme do Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.16, p.172-175, 1998.

CASSOL, E.A., CANTALICE, J.R.B.; REICHERT, J.M.; MONDARDO A. Escoamento superficial e desagregação do solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**, Brasília, DF, v.39, p.685-690, 2004.

CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco** (2a. aproximação). 2 ed. rev. Recife: IPA, 1998. 198p.

COSTA, R.N.T.; COLARES, D.S.; SAUNDERS, L.C.U.; SOUZA, F.DE; . Análise das eficiências de aplicação e de uso da água em cultivo de arroz no perímetro irrigado Morada Nova, Ceará. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.4, p.372-382, 2005.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome, FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation end drainage paper, 24).

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2002. 402p.

FONSECA, T.G. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FRACARO, F.; SARTORI, M.; BIZZANI, E.; GRELMAN, E.; ECHEVERRIGARAY, S. Comportamento agrônomo de cultivares e híbridos de repolho na região Nordeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.29, p.465-468, 1999.

HAMERSCHMIDT, I. Difusão de tecnologia em olericultura. **Sob informa**, Curitiba, v.13, n.2, p.8-11, 1994.

IMTIYAZ, M.; MGADLA, P.N.; MANASE, S.K.; CHENDO, K.; MOTHABI, E.O. Yield and economic return of vegetable crops under variable irrigation. **Irrigation Science**, v.19, n.2, p.87–93, 2000. Disponível <<http://www.springerlink.com/app/>> home/contribution. Acesso em: 19 de Ago. 2008.

KHATOUNIAN, C.A. A Reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu, SP, **Agroecológica**, 2001. 348p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LÉDO, F.J.S.; SOUZA, J.A.; SILVA, M.R. Avaliação de cultivares e híbridos de repolho no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.18, n.2, p.138-140, 2000.

MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.10, n.1, p.30–37, 2006.

MORAES, A.A.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H. Produção de repolho chato de quintal e da capuchinha jewel, solteiros e consorciados, sem e com cama-de-frango semidecomposta incorporada no solo. **Ciências agrotecnicas**. Lavras, v.31, n.3, p.731-738, 2007.

MOREIRA, J.A.A.; CÁNOVAS, A.D.; STONE, L.F. Determinação do consumo de água para cultura de grãos no sistema plantio direto com diferentes níveis de cobertura do solo: coeficiente de cultura. Santo Antonio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 8p.

MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Manejo da irrigação do feijoeiro em plantio direto: cobertura do solo. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v.26, 2p. 1999.

MOURA; E.G; REZENDE, K.D.A.; ARAUJO, J.C.; CASTRO, M.F. Efeito de métodos de irrigação e do uso de cobertura vegetal sobre o cultivo de repolho em São Luís-MA. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.4, p.410-413, 2006

NUNES, M.U.C.; ANDRADE, L.N.T.; MORAES FILHO, M.; CUNHA, A.O.; MATA, S.S. da. Comportamento de cultivares de repolho em sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.22, n.2, 2004. Suplemento. 1CD-ROM.

PIRES, R.C. de M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; CALHEIROS, R. de O. Manejo da irrigação em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.18, p.147-157, 2000.

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, DF, v.20, p.416-418, 2002.

RESENDE, F.V.; SOUZA, L.S. DE.; OLIVEIRA, P.S.R. de.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p.100-105, 2005.

RHOADES, J.D. Drainage for salinity control. In: van SCHILFGAARDE, J. (ed.) **Drainage for agriculture**. Madison, American Society of Agronomy, 1974. p.433-462.

RHOADES, J. D., KANDIAH, A., MARSHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 1992. 133 p.

RHOADES, J.D.; MERRILL, S.D. Assessing the suitability of water for irrigation: Theoretical and empirical approaches. In: PROGNOSIS OF SALINITY AND ALKALINITY. Rome, 1976. p.69-110. (FAO Soils Bulletin, 31)

RIBEIRO, M.R.; CORRÊA, M.M. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário. In: MONTENEGRO, A.A.A. **Diagnóstico e controle da salinização em aluviões com pequena agricultura irrigada**. Recife: UFRPE, 2001. Relatório.

SANTIAGO, F.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.632-643, 2004.

SANTIAGO, F.S. **Efeito do manejo da irrigação na salinidade e umidade de um neossolo flúvico, com a cultivar de repolho midori no Município de Pesqueira.** 2002. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, F. X. **Evapotranspiração de cultura e influência de diferentes lâminas e freqüências de irrigação no crescimento e produtividade da cultura da cenoura.** 2008. 81 f. il. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, J.W.dos; GHEYI, H.R.:(Ed.), **Estatística experimental aplicada: tópicos de engenharia agrícola e agrônômica,** Campina Grande: Ed, Marcone, 2003, 213p,

SILVA JÚNIOR, A.A. **Repolho:** fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. Florianópolis, SC, EMPASC. 1989. 295p.

SILVA JÚNIOR, A.A.; MIURA, L.; YOKOYAMA, S. **Repolho:** novas cultivares de verão. **Agropecuária Catarinense,** Florianópolis, v.1, n.3, p.47-49, 1989.

SILVA, K.C.M. **Avaliação do manejo da irrigação por microaspersão da cultura do repolho em região semi-árida.** 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil - recursos hídricos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SONNENBERG, P.E. **Olericultura especial.** 2. ed. Goiânia: UFGO, 1981. Parte 2, 143p.

SOUZA, E.R. **Variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de um neossolo flúvico cultivado com cenoura irrigada com água moderadamente salina.** 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOUZA, E.R.; MONTENEGRO, A.A.A., FREIRE, M.B.G.S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com

cenoura sob irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.584–592, 2008

SOUZA J.L.; RESENDE P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa, MG, Aprenda Fácil, 2003. 564p.

TIVELLI, S.W. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6^a ed. Campinas: Instituto Agronomico de Campinas, **Boletim técnico 200**, p.239-240, 1998.

TIWARI, K.N.; SINGH,A.; MAL, P.K. Effect of irrigation on yield of cabbage (*Brassica Oleracea* L. var. *capitata*) under mulch and non-mulch conditions. **Agricultural water management**, West Bengal, v.58, p.19-28. 2003.

CAPITULO 4

Salinidade em solo aluvial cultivado com repolho usando cobertura e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina

Resumo: Objetivou-se avaliar o comportamento da condutividade elétrica do solo sob efeito de diferentes intervalos de irrigação, na presença e ausência de cobertura morta, durante o cultivo de repolho da variedade Midori, no semi-árido Pernambucano. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram três intervalos de irrigação (12, 24 e 48 horas), na presença e ausência de cobertura morta. As diferentes freqüências de irrigação imprimiram efeito significativo para as épocas de 50 e 75 DAT, nas profundidades de 20 e 40 cm. Adicionalmente, a presença da cobertura morta imprimiu efeito significativo nas épocas de 50 e 75 DAT, para a profundidade de 20 cm. O teste de comparação de médias identificou diferença estatística na condutividade elétrica, dentro dos intervalos de irrigação e de cobertura morta utilizadas, para as diferentes épocas.

Palavra chave: freqüências de irrigação, cobertura morta, salinidade.

Abstract: It was aimed to evaluate the behavior of the electric conductivity under effect of the different irrigation intervals, in the presence and absence of mulching, during the cultivation of cabbage of the variety Midori, in the Pernambuco semi-arid. The adopted delineament was as random blocks, using a 3 x 2 factorial scheme, with four repetitions. The used treatments were three irrigation intervals (12, 24 and 48 hours), in the presence and absence of mulching. The different irrigation intervals produced highly significant effect in the times of 50 and 75 DAT, for the depths of 20 and 40 cm. Additionally, the presence and absence of mulching resulted in a highly significant effect in the times of 50 and 75 DAT, for the depth of 20 cm. The mean comparison test identified statistical difference for the soil electric conductivity, for the irrigation intervals and for the mulching used, for the different crop stages.

Key word: irrigation frequencies, mulching, salinity.

INTRODUÇÃO

A cultura do repolho (*Brassica oleracea var. capitata* L) exige condições de cultivo controladas sob os aspectos de temperatura, umidade do solo e salinidade. Quando não obedecidos tais aspectos, pode-se levar a perdas de produtividade significativas. No agreste pernambucano, a água utilizada para a irrigação de culturas apresenta usualmente níveis elevados de sais, podendo causar a salinização dos solos e prejudicar o rendimento das culturas.

De acordo com MAAS e HOFFMAN (1977) e MAAS (1984), a cultura do repolho é classificada como moderadamente sensível à salinidade, sugerindo o valor de $1,80 \text{ dS m}^{-1}$ para a salinidade limiar máxima de condutividade elétrica CE do extrato de saturação, para o qual não ocorre redução de produtividade. Para salinidade acima desse limiar, tem-se um decréscimo de 9,70% na produtividade para cada aumento unitário na condutividade elétrica no extrato de saturação.

AYERS e WESTCOT (1999) explicam que as plantas extraem a água do solo quando a tensão nos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercida pelo solo. À medida que a água é extraída do solo, as forças que retêm a água restante tornam-se maiores e, quando a água do solo é retida com força superior à tensão de extração, inicia-se o estado de escassez da água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico e, portanto, incrementa-se a magnitude de escassez de água para a planta.

Assim como outras propriedades químicas e físicas, a salinidade do solo e da água é um atributo variável no espaço e no tempo. Os fatores mais diretamente responsáveis por esta salinidade são: a natureza química dos solos, a utilização de águas salinas, a elevação do nível do lençol freático e as variáveis climáticas, como pluviosidade, irregularidade de distribuição das chuvas, além das perdas hídricas por evaporação e evapotranspiração (GURGEL et al., 2003).

A salinização dos solos nas áreas irrigadas é um problema mundial, atingindo cerca de 25% da área irrigada do globo terrestre (GHEYI, 2000). Nesses solos, ocorre o acúmulo de sais solúveis em níveis capazes de prejudicar o crescimento e o desenvolvimento das plantas ou degradar as propriedades do solo. Esses efeitos combinados contribuem para a redução da produtividade das culturas, ocasionando elevados prejuízos sócio-econômicos (GHEYI, 2000; RHOADES et al., 2000; MUNNS, 2002).

De acordo com RHOADES e LOVEDAY (1990), e VAN HOORN e VAN ALPHEN (1994), para se manter a solução do solo em um nível de salinidade compatível com o sistema de cultivo, a remoção de sais na zona radicular depende da manutenção do seu balanço. Esta lixiviação é o fator mais importante para reduzir a intensidade da salinização de uma área irrigada.

MEDEIROS (1992) cita que em Israel o uso de água com condutividade elétrica variando entre 0,70 e 4,00 dS m⁻¹ pode aumentar a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo de 0,20 a 2,50 dS m⁻¹, após um período de irrigação

A lâmina de lixiviação, que controla a acumulação de sais na zona radicular das culturas irrigadas, depende da concentração salina da água, do método de aplicação, da precipitação pluviométrica e das peculiaridades do solo (KELLEY, 1963). Segundo BOWER et al. (1969), frações de lixiviação maiores produzem perfis de salinidade mais uniformes. SHALLEVET e REINIGER (1964) observaram, durante o ciclo de culturas anuais que, com lixiviações elevadas, ocorreu aumento gradativo da salinidade com a profundidade, enquanto pequenas frações de lixiviação induziram uma concentração maior na parte intermediária da zona radicular.

Para RHOADES et al. (2000), o nível de sais na zona radicular deve ficar abaixo do nível nocivo às plantas cultivadas. Assim, o monitoramento direto da salinidade na zona radicular é recomendado para se avaliar a eficiência dos diversos programas de manejo na área irrigada.

A redução no crescimento das plantas devido à salinidade pode ser consequência de efeitos osmóticos, provocando déficit hídrico, ou de efeitos específicos de íons que podem acarretar toxidez ou desordens nutricionais (BERNSTEIN et al., 1995; MUNNS, 2002; LACERDA et al., 2003). O grau de tolerância à salinidade depende da capacidade das plantas de minimizarem os

efeitos da salinidade através de mecanismos específicos de adaptação (ALVES, 1999).

De acordo com NEMEC (1996), a análise de medidas repetidas é uma técnica de análise de variância na qual são examinadas as variações ao longo do tempo entre as unidades experimentais e as variações fora das unidades experimentais. O seu uso exige a definição de pelo menos um fator intra-indivíduos, o qual vai indicar as variáveis que contêm as medidas repetidas. Em uma análise univariada, as medidas repetidas são tratadas como observações separadas, sendo o tempo incluído como um fator no modelo ANOVA. Na análise multivariada (MANOVA), as medidas repetidas são consideradas elementos de uma única observação. A principal vantagem da análise multivariada é a de usar um conjunto de suposições menos restritivas.

Diferentemente do modelo da ANOVA, o modelo MANOVA não requer que a variância das medidas repetidas ou que a correlação entre os pares de medidas repetidas permaneçam constantes ao longo do tempo. Todavia, ambos os modelos requerem que as variâncias e as correlações sejam homogêneas a cada instante do tempo.

FERNANDEZ (1991) alerta que, em estudos de medidas repetidas no tempo, no esquema de parcelas subdivididas, os níveis do tempo não podem ser aleatorizados para seus intervalos, pois a análise de variância usual pode não ser válida. Isto porque, com a falta de aleatorização, os erros correspondentes às respectivas unidades experimentais podem ter uma matriz de covariâncias que não possua variâncias homogêneas, acarretando, assim, um inflacionamento na probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela corresponde à verdade.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da condutividade elétrica do solo sob efeito dos intervalos de irrigação e da presença da cobertura morta durante o cultivo de repolho da variedade Midori, no semi-árido pernambucano, utilizando técnicas de análise multivariada.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, município de Pesqueira-PE, situada na Região Agreste do Estado de

Pernambuco, distando 230 km de Recife e a 613 m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas são: 8° 34' 17" de latitude Sul e 37° 1' 20" longitude Oeste (SOUZA et al. 2008).

O clima do local é classificado segundo KÖPPEN, como BShw' semi-árido quente, caatinga hiperxerófila. A umidade relativa média anual do ar é de 73%, e a velocidade média do vento é de 2,5 m/s (SANTIAGO et al., 2004). A precipitação média anual na região é de 730 mm, a temperatura média é de 27°C e a evapotranspiração é cerca de 1680 mm (MONTENEGRO e MONTENEGRO, 2006). O solo foi caracterizado como Neossolo Flúvico, com textura predominantemente siltosa (RIBEIRO e CORREA, 2001).

O preparo da área experimental consistiu em operação de aração e gradagem mecanizada e da divisão da área em quatro blocos, cada um com comprimento e largura de 30 m x 10 m, respectivamente.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2. Cada bloco foi composto de seis tratamentos, com presença de cobertura morta, sem a presença de cobertura morta, e três intervalos de irrigação, sorteados aleatoriamente. Os tratamentos primários foram constituídos de três intervalos de irrigação: 12, 24 e 48 horas, e os tratamentos secundários foram: presença e ausência de cobertura morta. As lâminas aplicadas foram baseadas na evapotranspiração de cultura pelo Tanque Classe "A". Para o intervalo de 12 horas, fracionou-se a ETc de 24 horas em duas; para o intervalo de 24 horas aplicou-se a ETc diária, enquanto que, para o intervalo de 48 horas, somaram-se as ETc's de dois dias consecutivos e aplicaram-se os intervalos para reposição. Adotou-se fração de lixiviação teórica de 20%.

Foram utilizados 4 blocos com seis tratamentos, totalizando um total de 24 parcelas. A dimensão da área experimental foi de 60 m x 30 m, e blocos com 30 m x 10 m, cada parcela (tratamento) com uma área útil de 9,1 m².

O sistema de irrigação por microaspersão foi instalado na área de 1800 m², cultivada com repolho. Esse sistema possui tubulação de sucção de 75 mm, três linhas de derivação com comprimento de 30 m e diâmetro de 50 mm, respectivamente, eqüidistantes 18 m. Cada linha de derivação possui 24 saídas onde estavam conectadas as linhas laterais de 16 mm. No início das linhas de derivação, estavam instalados manômetros e hidrômetros que monitoravam a quantidade de água aplicada. O espaçamento entre linhas laterais era de 2,73

m e entre emissores de 3 m. Existia um total de 264 emissores na área, com raio de 3 m, uma rotação de 360°, e pressão média de serviço de 213,9 kPa.

A água utilizada na irrigação da área experimental foi captada de Poço Amazonas com 5 m e 2 m de profundidade e diâmetro, respectivamente. A água foi bombeada através de um conjunto motobomba de 4,5 CV, produzindo um valor médio de intensidade de lâmina de aplicação de 6,03 mm h⁻¹. A vazão de cada aspersor era 54,26 L h⁻¹, e a água utilizada para a irrigação local classificada como moderadamente salina. Realizou-se o monitoramento mensal da condutividade elétrica da água de irrigação durante o ciclo da cultura. As condutividades elétricas da água de irrigação foram de: 1,10; 1,25; 1,01 dS m⁻¹, para os meses de janeiro, fevereiro e março, respectivamente.

A determinação da condutividade elétrica foi realizada durante as três fases de desenvolvimento da cultura no campo (25, 50 e 75 DAT). Procedeu-se a coletas de uma amostra de solo em cada tratamento para determinar pasta de saturação nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, totalizando 48 amostras em cada época de coleta. As amostras passaram por um processo de secagem à sombra durante um período de 96 horas, em seguida destorroadas e peneiradas. Em um recipiente de 1 kg, colocou-se 400 gramas de amostra de solo e foi adicionada água até atingir o ponto de saturação, colocadas em repouso por um período de 24 horas. De posse de um conjunto motobomba de marca FISATOM, modelo 820 com 300 W de potência, anexada a um sistema de extração com três Erlenmeyer de 250 ml, foi realizada a sucção. As leituras de CE's foi realizada utilizando um condutivímetro MB – 11 da marca Marte.

Os dados foram submetidos à estatística multivariada, através do programa estatístico. As variáveis com efeitos significativos pelo teste F foram submetidas à análise de comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As variáveis condutividade elétrica (CEes) a 20 e 40 cm de profundidade foram comparadas entre si, em relação ao efeito dos diferentes intervalos e da presença e ausência da cobertura morta, nos cenários: 25, 50 e 75 DAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que o tempo apresentou efeito significativo nas duas profundidades de solo, para as épocas de 50 e 75 DAT.

Os intervalos de irrigação foram altamente significativos para a condutividade elétrica a 20 cm de profundidade, nas 3 épocas. Para a profundidade de 40 cm, os intervalos apresentaram efeito significativo para 75 DAT, embora não tenha produzido efeito significativo para 25 e 50 DAT.

Com relação à cobertura morta, verifica-se que, nas épocas de 50 e 75 DAT, nas duas profundidades, tal tratamento se mostrou significativo, e aos 25 DAT apenas na profundidade de 40 cm.

Quando se avaliou o efeito da interação intervalos x cobertura morta para as duas profundidades, constatou-se efeito significativo apenas na profundidade de 20 cm, para o instante de 75 DAT (TABELA 1).

Tabela 1. Análise de variância e de interação intervalos x cobertura morta para a condutividade elétrica em três diferentes fases de desenvolvimento da cultura, determinadas em pasta saturada, nas profundidades de 20 e 40 cm

F. V.	GL	Dias após transplante					
		25 CEes 20 cm	50 dS m ⁻¹	75	25 CEes 40 cm	50 dS m ⁻¹	75
		Pr > F					
Tempo	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
I	2	<0,001	<0,001	<0,001	0,38	0,06	<0,001
CM	1	0,20	<0,001	<0,001	0,04*	<0,001	<0,001
I x CM	2	0,40	0,63	<0,001	0,26	0,91	0,13

Pr>F: indica o nível de significância do valor de F; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; I: intervalos de irrigação; CM: cobertura morta; I x CM: interação dos intervalos x cobertura morta; CEes 20cm: condutividade elétrica do estrato de saturação a 20 centímetros; dS m⁻¹: deciSiemens por metro; CEes 40cm: condutividade elétrica do estrato de saturação a 40 centímetros.

No desdobramento da interação para a significância do fator cobertura morta dentro do fator intervalo, e do fator intervalo dentro do fator cobertura morta para a variável condutividade elétrica, nas profundidades de 20 e 40 cm,

(TABELA 2), constatou-se que todos os intervalos apresentaram efeito significativo para as épocas de 50 e 75 DAT.

Tabela 2. Desdobramento da interação para a significância do fator cobertura morta, dentro do fator intervalo, para a variável condutividade elétrica em três fases de desenvolvimento da cultura do repolho

F. V.	GL	Dias após transplante					
		CEes 20 cm			CEes 40 cm		
		25	50	75	25	50	75
		dS m ⁻¹					
Pr > F							
I (12)	1	0,08	<0,001	<0,001	0,45	<0,01	<0,001
I (24)	1	0,61	<0,001	<0,001	0,68	<0,001	<0,001
I (48)	1	0,95	<0,001	<0,001	0,01*	<0,01	<0,001
Com	2	0,30	<0,001	<0,001	0,24	0,18	0,07
Sem	2	<0,001	<0,001	0,01*	0,41	0,27	<0,001

Pr>F: indica o nível de significância do valor de F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; I.12: intervalo de irrigação de doze horas; I.24: intervalo de irrigação de vinte e quatro horas; I.48: intervalo de irrigação de quarenta e oito horas; Com: tratamento com presença de cobertura morta; Sem: sem a presença de cobertura morta.

Verificou-se que, na profundidade de 40 cm, aos 25 DAT, a interação apresentou efeito significativo para o intervalo de irrigação de 48 horas. Verificou-se que nenhum dos intervalos apresentaram efeito para a profundidade de 20 cm aos 25 DAT, assim como, também para os intervalos de 12 h e 24 h, a 40 cm de profundidade. Como na primeira quinzena após o transplante a irrigação era igual para todos os tratamentos, era esperado que não houvesse diferenciação entre tratamentos (TABELA 2).

Realizou-se o desdobramento da interação para a significância do fator intervalo dentro do fator cobertura morta, levando-se em consideração a variável condutividade elétrica, para as profundidades de 20 e 40 cm. Pode-se verificar que, na presença de cobertura morta, para a profundidade de 20 cm, o efeito foi significativo para os instantes 50 e 75 DAT (TABELA 2). Quando se verificou o efeito da ausência da cobertura para a condutividade elétrica nas duas profundidades, levando-se em consideração as três épocas, observou-se efeito significativo para a profundidade de 20 cm aos 75 DAT. Adicionalmente,

nesta mesma profundidade aos 25 e 50 DAT, o efeito foi também significativo. Esse mesmo efeito pode ser constatado na profundidade de 40 cm, no tratamento ausência da cobertura morta, para a mesma variável aos 75 DAT. Como a cobertura morta armazena água reduzindo a evaporação, a umidade do solo aumenta e conseqüentemente, desloca os sais para as camadas mais profundas do solo.

Quando se realizou a análise de variância de medidas repetidas, para se verificar a hipótese do efeito da variável tempo na condutividade elétrica durante o ciclo de desenvolvimento, constatou-se que tanto o tempo, quanto a cobertura morta apresentaram efeitos significativos para as profundidades de

Tabela 3. Análise de variância de medida repetida para a aplicação da hipótese do efeito da variável tempo na condutividade elétrica a 20 e 40 cm

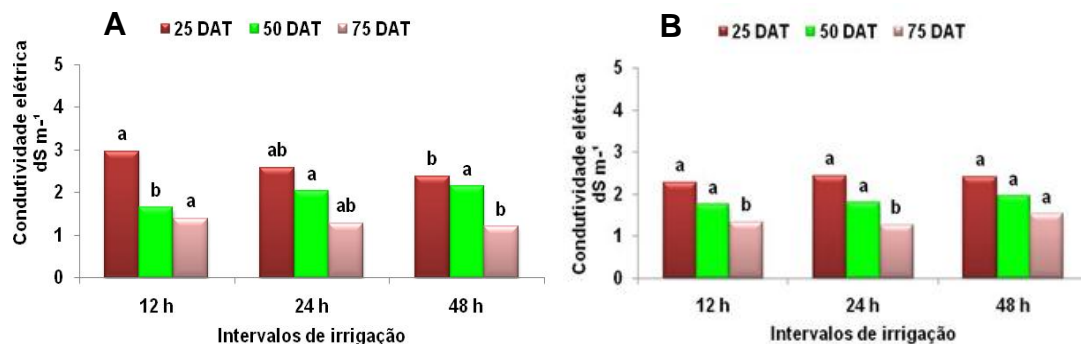
F. V.	GL	Pr > F	
		CEes 20 cm dS m ⁻¹	CEes 40 cm dS m ⁻¹
Tempo	2	<0,001	<0,001
I	2	0,40	0,01*
CM	1	<0,001	<0,001
I x CM	2	0,49	0,53
T x I x CM	4	0,17	0,23

20 e 40 cm. Quando se verificou o efeito dos intervalos na variável tempo para a condutividade elétrica no decorrer do ciclo da cultura, verificou-se efeito significativo para a profundidade de 40 cm. Como as plantas estavam no início de seu ciclo, a evapotranspiração era reduzida, mantendo elevada a umidade (AMBRÓSIO e MOURA, 1999). Com isso, ocorria a lixivação dos sais. A interação intervalos x cobertura morta, e tempo x intervalos x cobertura morta, não apresentaram efeito significativo sobre o aumento ou redução da condutividade elétrica (TABELA 3).

Quando a condutividade elétrica a 20 e a 40 cm foi submetida à análise de variância de medidas repetidas, para se verificar o efeito univariado do

tempo relacionado às três diferentes fases de desenvolvimento, constatou-se que o tempo apresentou efeito significativo, nas duas profundidades, para o teste F a 5% de probabilidade, podendo-se dizer que, à medida em que se aplicavam os tratamentos, os mesmos alteravam de alguma forma o ambiente. Verifica-se que o efeito do fator tempo dentro da variável intervalo foi significativo, enquanto que, para a variável cobertura morta, esse efeito foi significativo apenas para a profundidade de 20 cm. Na profundidade de 40 cm, a interação do fator tempo dentro da variável cobertura morta, apresentou efeito significativo. De acordo com NEMEC (1996), em uma análise univariada, as medidas repetidas são tratadas como observações separadas. O tempo é incluído como um fator no modelo da ANOVA (TABELA 3).

As médias de condutividade elétrica do solo para as profundidades de 20 cm e 40 cm, avaliadas para os intervalos de 12, 24, e 48 horas, são apresentadas (FIGURA 1). Verifica-se uma redução da CEes nas duas profundidades ao longo do ciclo da cultura (FIGURA 1A e 1B). Contribuíram para tal fato o manejo da irrigação adotado, em particular a fração de lixiviação adotada de 0,20, e os eventos de precipitação (SOUZA et al., 2008).



Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas de mesma cor, não diferem entre intervalos de irrigação para cada época avaliada, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 1. Médias de condutividade elétrica para os tratamentos com diferentes intervalos de irrigação nas profundidades **A**) (20) cm e **B**) (40) cm nas três fases de coleta de solo.

Efeitos positivos da redução da CEes são visíveis na aplicação de água para todas os intervalos e cobertura morta na amostragem aos 25 DAT, assim

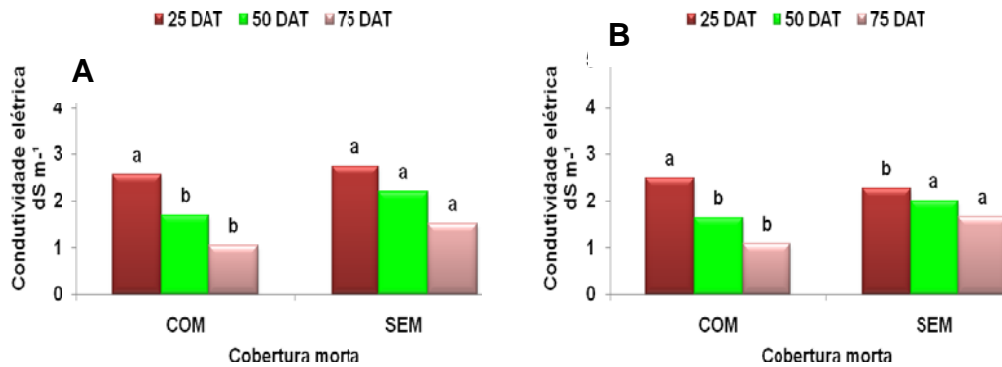
como, nas amostragens sucessivas, bem como para a condutividade elétrica nos instantes entre 50 DAT e 75 DAT. Isso está associado às precipitações ocorridas próximas à data de coleta do solo, que alteram a condutividade elétrica através de lavagem de sais e ao menor intervalo da aplicação da água, RHOADES et al. (2000) destacam, como recomendação, redução do intervalo de irrigação quando da utilização de água salina.

DIAS et al. (2004), estudando a evolução da salinidade em um Argissolo cultivado com melão, utilizaram águas de irrigação com três níveis salinos: 1,2; 2,5 e 4,5 dS m⁻¹ e concluíram que, aos 45 dias após o transplante, a salinidade do solo apresentou um acréscimo atribuído, em parte, à aplicação de fertilizantes via fertirrigação e à reduzida fração de lixiviação, que foi de 0,10, para as condições experimentais.

Constatou-se para a condutividade elétrica, para a profundidade de 20 cm, diferença estatística entre os intervalos de irrigação de 12 e 48 horas para os 25 DAT, enquanto que o intervalo de 24 horas não diferiu das demais. Aos 50 DAT, verifica-se diferença estatística do intervalo de 12 horas, em relação aos intervalos de 24 e 48 horas. No cenário aos 75 DAT, o intervalo de 48 horas produziu salinidades estatisticamente diferentes.

Para a profundidade de 40 cm percebe-se em todas os intervalos de irrigação, uma redução da CEes ao longo do ciclo de cultivo. Entretanto, nota-se que não há diferença estatística entre os intervalos de irrigação aos 25 e 50 DAT. As médias de salinidade para os intervalos de irrigação de 12 e 24 horas para 75 DAT não diferiram estatisticamente, embora tenham diferido estatisticamente do intervalo de 48 horas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (FIGURA 1B). Menores intervalos de irrigação, mantem o solo com água em níveis mais constante, com isso, mantem os sais mais distribuídos na sua solução.

A Figura 2 mostra as médias de condutividade elétrica nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm na presença e ausência de cobertura do solo, avaliados em três diferentes épocas (25, 50 e 75 DAT), Constatou-se que as médias de condutividade elétrica reduziram-se ao longo do ciclo da cultura, com o manejo da aplicação dos intervalos de irrigação e da cobertura, bem como com a ocorrência de chuvas.



Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas de mesma cor, não diferem entre presença ou ausência de cobertura para cada época avaliada, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

FIGURA 2. Médias de condutividade elétrica para tratamentos com presença e ausência da cobertura morta. **A)** (20) e **B)** (40) cm de profundidade para as três fases de coleta de solo.

Verifica-se que essa redução se deu de forma mais eficiente com a presença da cobertura. Analisando a média das variáveis na profundidade de 0-20 cm, SOUZA et al. (2008) verificaram que o cultivo com cobertura produziu um decréscimo de CEes.

A condutividade elétrica na profundidade de 20-40 cm, ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, sofreu influência da presença e da ausência da utilização da cobertura morta. Além da gradual redução da CEes ao longo das fases de cultivo terem sido influenciadas pelos intervalos, percebe-se uma redução proveniente do efeito da presença da cobertura morta.

O teste de Tukey a 5% de probabilidade aplicado aos tratamentos, indica que a presença da cobertura morta aos 25 DAT não diferiu estatisticamente da ausência da cobertura morta, embora se perceba que, aos 50 e 75 DAT, a presença da cobertura morta produziu resultado estatisticamente diferente. Isso mostra que a mesma quantidade de água aplicada para as duas condições diferentes provoca um consumo maior de água pela evapotranspiração na ausência de cobertura (MEDEIROS et al., 2007).

No solo com presença de cobertura (FIGURA 2) existe maior quantidade de água disponível resultante da menor evaporação do solo, levando a uma maior disponibilidade de água para as plantas em todo o perfil. Com isso, ocorre uma distribuição dos sais de forma mais homogênea, ao invés de se

concentrar próximo à superfície do solo. De acordo com SOUZA et al. (2008), uma provável explicação para a redução do valor da CEes está associada principalmente ao manejo da irrigação, da adoção de uma fração de lixiviação teórica de 0,20, e da ocorrência de eventos pluviométricos durante as duas últimas fases de execução do experimento.

Um fato importante digno de realce é que a CEes se manteve sempre em valores mais elevados na camada superficial do solo, para as condições de ausência de cobertura (0-20 cm), possivelmente em razão da evaporação do solo e da absorção de água pelo sistema radicular. Este fato também foi observado por DIAS et al. (2004), trabalhando com melão e utilizando águas de irrigação com três níveis de salinidade (1,2; 2,5 e 4,5 dS m⁻¹). Os autores verificaram que a camada de 0-15 cm exibiu os maiores valores de CEes, quando comparada com as camadas de 15-30 e 30-45 cm. BLANCO e FOLEGATTI (2002), trabalhando com pepino em estufa, também constataram comportamento semelhante.

ANDRADE et al. (2002) cultivando feijoeiro com cobertura, verificaram que a evapotranspiração da cultura foi reduzida a valores menores, à medida que se aumentou a porcentagem da cobertura do solo. Por sua vez, DERPSCH et al. (1991) verificaram que a maior disponibilidade de água no solo sob plantio direto deveu-se, principalmente, à diminuição da evapotranspiração e ao aumento da taxa de infiltração, em função da cobertura morta sobre a superfície do solo. MELO FILHO e SILVA (1993), em milho, ANDRADE et al. (1994) em soja, e STONE e SILVEIRA (1999) no feijoeiro, verificaram maior economia de água na presença de cobertura morta.

Os CV's desse experimento variaram de baixo a médio, para a condutividade elétrica avaliada durante as três fases (TABELA 4), esses valores estão de acordo com a classificação proposta por SANTOS e GHEYI (2003). A variação dos CV's está associada à condução do experimento, ao cuidado na coleta dos dados, à eficiência na distribuição uniforme da aplicação das lâminas pelo sistema de irrigação em cada intervalo de irrigação, e na distribuição uniformemente da cobertura morta no solo.

Os valores médios para os tratamentos COMI1, SEMI1, COMI2, SEMI2, COMI3, e SEMI3 para os 25, 50 e 75 DAT, se encontram na Tabela 4.

Analisando os tratamentos nas duas profundidades (20 e 40 cm), pode-se constatar uma redução da condutividade elétrica do solo com a aplicação dos tratamentos ao longo do cultivo. Esses resultados não diferem daqueles encontrados por PAIVA et al. (2004), em que presença da cobertura morta também reduziu a salinidade. Inicialmente na profundidade de 20 cm, percebe-se que os tratamentos COMI3 e SEMI3 apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento SEMI1, para 25 DAT. Os tratamentos COMI1 e COMI2 apresentaram diferença significativa em relação aos tratamentos SEMI2 e SEMI3 aos 50 DAT, e os tratamentos COMI2 e COMI3 diferiram significativamente dos tratamentos SEMI1 e SEMI2.

Tabela 4. Médias da condutividade elétrica do extrato saturado nas profundidades de 20 cm e 40 cm, em função dos intervalos de irrigação e do uso da cobertura morta

Variável	Tratamentos						CV
	COMI1	SEMI1	COMI2	SEMI2	COMI3	SEMI3	
CE2025	2,75ab	3,18a	2,52ab	2,64ab	2,38b	2,37b	12,84
CE2050	1,44b	1,85ab	1,74b	2,32a	1,88ab	2,40a	12,94
CE2075	1,23ab	1,55a	0,93b	1,62a	1,00b	1,39ab	16,10
CE4025	2,33a	2,20a	2,46a	2,39a	2,63a	2,18a	10,32
CE4050	1,55a	1,91a	1,57a	1,98a	1,78a	2,12a	14,11
CE4075	1,12bc	1,54ab	0,96c	1,56ab	1,17bc	1,87a	14,72

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Var.: variáveis, COMI1: intervalo de irrigação de 12 horas com cobertura morta, COMI2: intervalo de irrigação de 24 horas com cobertura morta, COMI3: intervalo de irrigação de 48 horas com cobertura morta, SEMI1: intervalo de irrigação de 12 horas sem cobertura morta, SEMI2: intervalo de irrigação de 24 horas sem cobertura morta, SEMI3: intervalo de irrigação de 48 horas sem cobertura morta, CE2025: condutividade elétrica do extrato de saturação a 20 cm de profundidade aos 25 DAT, CE2050: condutividade elétrica do extrato de saturação a 20 cm de profundidade aos 50 DAT, CE2075: condutividade elétrica do extrato de saturação a 20 cm de profundidade aos 75 DAT, CE4025: condutividade elétrica do extrato de saturação a 40 cm de profundidade aos 25 DAT, CE4050: condutividade elétrica do extrato de saturação a 40 cm de profundidade aos 50 DAT, CE4075: condutividade elétrica do extrato de saturação a 40 cm de profundidade aos 75 DAT.

Na profundidade de 40 cm, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados para 25 e 50 DAT. Aos 75 DAT, observa-se que o tratamento COMI2, COMI1 e COMI3 diferem significativamente do tratamento SEMI3, enquanto que os tratamentos SEMI1 e SEMI2 não diferiram significativamente.

Verifica-se efeito positivo da cobertura morta na retenção de maior umidade e a conseqüente lixiviação dos sais para as camadas mais profundas do solo.

CONCLUSÕES

1. Os intervalos de irrigação e a cobertura morta se mostraram significativos para 50 e 75 dias após transplante, reduzindo a condutividade elétrica a 20 cm de profundidade, assim como para a condutividade elétrica a 40 cm de profundidade, aos 75 dias após transplante.
2. A interação da cobertura morta dentro dos intervalos de irrigação se mostrou significativo, para as duas profundidades, aos 50 e 75 dias após transplante, assim como a interação dos intervalos dentro da cobertura morta se mostrou significativo aos 50 e 75 dias após transplante, para 20 cm de profundidade, reduzindo a condutividade elétrica a níveis menores durante o ciclo de cultivo do repolho.
3. A presença da cobertura morta provocou redução significativa da condutividade elétrica nas duas profundidades ao longo do cultivo do repolho, mostrando-se eficiente para as condições experimentais desse estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.J. **A cultura da bananeira**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais, 2. Ed. Brasília: EMBRAPA, 1999. 585p.

AMBRÓSIO, F.J.; MOURA, M.C.C.L. Avaliação de híbridos experimentais e comercial de repolho para a ilha de São Luís-MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v.7, p.7-16, 1999.

ANDRADE, A.P.; WOLFE, D.W.; FERERES, E. **Sistemas de preparo do solo**: I, Efeito sobre o conteúdo de água e temperatura do solo na cultura da soja, In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 1994, Florianópolis, **Resumos**,,, Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.184-185,

ANDRADE, R.S.; MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; e CARVALHO, J.A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.35-38, 2002.

AYERS, R.S; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**, Campina Grande, PB, 1999. (FAO: irrigação e Drenagem, 29),

BERNSTEIN, N.; SILK, W.K.; LÄUCHLI, A. Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress: possible role of some mineral elements in growth inhibition, **Planta**, Heidelberg, v.196, p.699-705, 1995.

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,

BOWER, C.A., OGATA, G, e TUKER, J.M. Rootzone salt profiles and alfalfa growth as influenced by irrigation water quality, **Agronomy Journal**, Madison, v.61, p.783-785, 1969.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, V. C. **Controle de erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**, Eschborn: GTZ, 1991. 292p.

DIAS, N.S.; MEDEIROS, J.F.; GHEYI, H.R.; SILVA, F.V.; e BARROS, A.D. Evolução da salinidade em um Argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.240-246, 2004.

FERNÁNDEZ, G.C.J. Repeated measure analysis of line-source sprinkler experiments, **HortScience**, Alexandria, v.26, n.4, p.339-342, 1991.

GHEYI, H.R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada, In: OLIVEIRA, T, et, al, eds, Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido, Fortaleza: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, cap. 16, p.329-345, 2000.

GURGEL, M.T.; MEDEIROS, J.F.; NOBRE, R.G.; NETO, F.C.; e SILVA, F.V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n.2, 2003.

KELLEY, W.P. Use of saline irrigation water, **Soil Science**, Baltimor, v.95, p.385-391, 1963.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress, **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v.49, n.2, p.107-120, 2003.

MAAS, E.V. Salt tolerance of plants, In: CHRISTIE, B,R, (ed,) **The handbook of plant science in agriculture**, Boca Raton, Flórida, 1984.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop Salt Tolerance. **Journal de Irrigation and Drainage Division**, ASCE 103: p.115-134, 1977. (Proceeding paper, 12193)

MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo 'GAT' nos estados do RN, PB e CE,**

1992. 173p, Dissertação (Mestrado em qualidade de água) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande,

MEDEIROS, J.F.; SANTOS, S.C.L.; CÂMARA, M.J.T.; NEGREIROS, M.Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, 2007.

MELO FILHO, J.F.; SILVA, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.17, p.291-297, 1993.

MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L, Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.10, n.1, p.30–37, 2006.

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

NEMEC, A.F.L. **Analysis of repeated measures and time series**: an introduction with forestry examples, Victoria, B.C.: Biometric Information Handbook, 1996. 83p.

RIBEIRO, M.R.; CORRÊA, M.M, Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário, In: MONTENEGRO, A.A.A. **Diagnóstico e controle da salinização em aluviões com pequena agricultura irrigada**, Recife: UFRPE, 2001.Relatório,

RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas na produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

RHOADES, J.D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture, In: Stewart, D,R,; Nielsen, D.R. (ed,) **Irrigation of agricultural crops**, Madison: [s,n,], 1990. P.1089-1142. Agronomy, 30

SANTIAGO, F.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.632-643, 2004.

SANTOS, J.W. dos; GHEYI, H.R.:(Ed.), **Estatística experimental aplicada: tópicos de engenharia agrícola e agrônômica**. Campina Grande: Ed. Marcone, 2003. 213p.

SHALLEVET, J.; REINIGER, P. The development of salinity profiles following irrigation of field crops with saline water. **Journal of Agricultural Research**, Alexandria, v.14, n.4, p.187-196, 1964.

SOUZA, E.R.; MONTENEGRO, A.A.A. FREIRE, M.B.G.S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob irrigação, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.584–592, 2008a.

SOUZA; E.R.; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Variabilidade espacial da umidade do solo em neossolo flúvico, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.13, n.2, 2008b.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.1, p.83-91, 1999.

VAN HOORN, J.W.; VAN ALPHEN, J. G. Salinity control In: H.P. Ritzema (eds,) **Drainage principles and applications**, 2.ed., 1994. p.533-600

CONCLUSÕES FINAIS

1. A tensão no solo se manteve dentro da faixa recomendada para a cultura do repolho, embora tenha diferido entre tratamentos, nos dois primeiros estádios, não deferiram no terceiro e quarto estádios.
2. A umidade avaliada a 20 cm de profundidade só diferiu aos 35, 36, 42 e 50 DAT para o tratamento SEMF3, embora na profundidade a 40 cm só diferiu aos 42 DAT para o tratamento SEMF3.
3. Os parâmetros de crescimento e desenvolvimento da cultura, avaliado nas três diferentes épocas, mesmo submetidos a diferentes tratamentos não diferiram significativamente.
4. Os componentes de produção produziram resultados dentro da recomendação das médias, assim como, o intervalo de irrigação de doze horas e o uso da cobertura morta apresentaram valores que diferiram estatisticamente para a variável P e EUA.
5. Os intervalos de irrigação e o uso da cobertura morta se mostrando estrategicamente viável para as condições de semi-árido, provocando redução constante na condutividade elétrica durante o ciclo de cultivo do repolho

ANEXO 1.**Equações utilizadas na avaliação do sistema de irrigação**

ABNT (1986; 1987). Determinação do coeficiente de variação de fabricação (CVf)

$$CVf = (1/q_m) * \left[\sum_{i=1}^n (q_i - q_m)^2 / (n - 1) \right]^{0,5} \quad 1$$

CVf: Coeficiente de variação de fabricação;

q_i : Vazão de cada emissor ($L h^{-1}$);

q_m : Vazão média dos emissores ($L h^{-1}$);

n: Número de emissores.

$$\Delta Q = \frac{Q_{m\acute{a}x} - Q_{m\acute{i}n}}{Q_{m\acute{a}x}} * 100 \quad 2$$

ΔQ : Variação de vazão na lateral, %

$Q_{m\acute{a}x}$: Valor máximo de vazão, $L h^{-1}$

$Q_{m\acute{i}n}$: Valor mínimo de vazão, $L h^{-1}$

$$\Delta P = \frac{P_{m\acute{a}x.}}{P_{m\acute{i}n}} * 100 \quad 3$$

ΔP : Variação de pressão, %

$P_{m\acute{a}x.}$: Valor máximo de pressão, kPa

$P_{m\acute{i}n}$: Valor mínimo de pressão, kPa

Fórmulas de Merrian & Keller (1978) e Denículi (1980) para determinar o (CUD) e o (CUC) no sistema avaliado

$$CUD = q_{25\%}/\bar{A} * 100 \quad 4$$

CUD: Coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

$q_{25\%}$: Lâmina média ponderada das menores precipitações correspondentes a 25 % da área $L h^{-1}$;

\bar{A} : Lâmina média, $L h^{-1}$.

$$CUC = 100 * \left[1 - \frac{\sum(q_i - \bar{q})}{\bar{q} * N}\right] \quad 5$$

CUC: Coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

q_i : Vazão coletada no pluviômetro i , $L h^{-1}$;

\bar{q} : Vazão média coletada nos microaspersores do setor, $L h^{-1}$;

N : Número de coletores

$$Ea = 0.9 * CUD \quad 6$$

Ea : Eficiência de aplicação de água

$$CUE = (1 - CVT) * 100 \quad 7$$

CUE: Coeficiente de uniformidade estatístico de irrigação

CVT: Coeficiente de variação total de vazão da área experimental.

$$CVT = \frac{S_q}{q_{med}} \quad 8$$

S_q : Desvio-padrão da vazão dos emissores ($L h^{-1}$)

q_{med} : Vazão média dos emissores na área ($L h^{-1}$).

Estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) para aplicação de lâminas de irrigação. Comparação da evapotranspiração da cultura.

Tanque Classe "A" .

$$ET_o = ECA * Kp \quad 9$$

ECA: Evaporação diária do Tanque Classe "A", em mm;

Kp : Coeficiente de tanque:

$$ECA = (L_{anterior} - L_{atual}) + P \quad 10$$

$L_{anterior}$: Leitura anterior da régua instalada no tanque, em mm;

L_{atual} : Leitura atual da régua instalada no tanque, em mm;

P : Precipitação, em mm.

Lisimetria:

$$ET_o = \left[\left(\frac{\Delta L}{f} \right) + P - D - G \right] \quad 11$$

ET_o : Evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹;

ΔL : Variação de leitura, em mm dia⁻¹;

f : Coeficiente de calibração [leitura (mm) / lâmina (mm)];

P : Lâmina precipitada, em mm dia⁻¹;

D : Lâmina drenada, em mm;

G : Lâmina de água (mm dia⁻¹) equivalente à massa da grama (kg dia⁻¹).

Penman-Monteith

$$ET_{o_{PM}} = \frac{S}{S + \gamma^*} (R_n - G) * \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{S + \gamma^*} \frac{900}{(T + 273)} * U_2 (e_s - e_a) \quad 12$$

$ET_{o_{PM}}$: Evapotranspiração de referência em mm.dia⁻¹

S : Declividade da curva de pressão de vapor

γ : Constante psicrométrica em kPa.°C⁻¹

γ^* : Constante psicrométrica modificada em kPa.°C⁻¹

R_n : Saldo de Radiação em MJ.m⁻².dia⁻¹

G : Fluxo de calor no solo em MJ.m⁻².dia⁻¹

T : Temperatura média diária (°C);

U_2 : Velocidade média do vento medida a 2 m de altura em m.s⁻¹;

λ : Calor latente de evaporação da água em MJ.kg⁻¹

e_s : Pressão de vapor de saturação em kPa

e_a : Pressão de vapor real em kPa

Equação utilizada para aplicação da Lâmina de lixiviação

$$LT = LL * (1 + Fl) / E_a \quad 13$$

LT : Lâmina teórica mm;

LL : Lâmina líquida mm;

Fl: Fração de lixiviação;

Ea: Eficiência de aplicação de água.

Determinação da curva de retenção de umidade do solo. Cálculo de umidade do solo correspondente a cada tensão matricial (para 24h na câmara de Richards)

$$\theta_m = \frac{psu - pss}{pss} * 100 \quad 14$$

θ_m : Umidade do solo a base de massa ($g \cdot g^{-1}$)

pss : Peso do solo seco a 105°C por 48 horas em (g).

psu: Peso do solo úmido (g)

Cálculo da umidade do solo na base de volume

$$\theta_v = \theta_m * D_s \quad 15$$

θ_v : umidade do solo a base de volume, ($cm^3 \cdot cm^{-3}$),

D_s : Densidade do solo, ($g \cdot cm^3$).