

EDUARDO SILVA DOS SANTOS

**MANEJO DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA MODERADAMENTE SALINA EM
HORTALIÇAS, UTILIZANDO DIFERENTES ADUBAÇÕES E COBERTURA
MORTA NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

RECIFE - PE
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA - PPGEA

**MANEJO DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA MODERADAMENTE SALINA EM
HORTALIÇAS, UTILIZANDO DIFERENTES ADUBAÇÕES E COBERTURA
MORTA NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador: Prof. PhD. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.

Co-Orientador: Prof. Dr. Edivan Rodrigues de Souza

RECIFE - PE
2014

Ficha catalográfica

S237m Santos, Eduardo Silva dos
Manejo de irrigação com água moderadamente salina em hortaliças, utilizando diferentes adubações e cobertura morta no semiárido de Pernambuco / Eduardo Silva dos Santos. – Recife, 2014.
85 f. : il.

Orientador: Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.
Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, 2014.
Referências.

1. Adubação 2. Repolho 3. Salinidade 4. Cobertura morta I. Montenegro, Abelardo Antônio de Assunção, orientador II. Título

CDD 631.2

A existência na Terra é um livro que estás escrevendo...

Cada dia é uma página...

Cada hora é uma afirmação de tua personalidade, através das pessoas e das situações
que te buscam.

Não menosprezes o ensejo de criar uma epopéia de amor em torno de teu nome.

As boas obras são frases de luz que endereças à Humanidade inteira.

Em cada resposta aos outros, em cada gesto para com os semelhantes, em cada
manifestação dos teus pontos de vista e em cada demonstração de tua alma, grafas
com tinta perene, a história de tua passagem...

(Chico Xavier)

A meus pais, José Orlando e Jacy
Maria, e aos meus irmãos,
Gustavo, Danyelle e Jaidete, pelo
amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos os momentos bons que tive até o presente momento, pela minha saúde que impulsionou em toda minha jornada.

Aos meus pais, que souberam dar a educação necessária, amor, carinho, alegria em toda minha vida.

Ao meu irmão a quem tenho grande admiração pela sua capacidade intelectual, a sua vontade de estar sempre estudando e por ser um grande amigo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Tecnologia Rural.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, representada na pessoa do Professor Ênio Farias de França e Silva, pela oportunidade de ingresso no Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Aos amigos do Doutorado, Gledison, Matheus, Alexandre, Adriana, Igor que em pouco tempo de curso soubermos construir uma bela amizade.

Aos grandes amigos do LAS, José Roberto, Valdemir, Robertson, Adriano, Adriana Guedes e aos alunos de iniciação científica, que durante todo tempo de convívio soubemos construir uma grande amizade, companheirismo e respeito.

A Professora Ana Marinho que em tão pouco tempo soube conquistar à admiração de todos os membros do LAS.

Ao Professor PhD. Abelardo Antônio de Assunção, pela orientação e ensinamentos desde a minha iniciação científica.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA	15
Adubação mineral e orgânica	16
Uso de cobertura morta	19
Salinidade	21
Manejo da irrigação	24
Qualidade do solo	25
Referências bibliográficas	28
CAPÍTULO II: CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE REPOLHO SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COBERTURA MORTA EM AGRICULTURA FAMILIAR	38
Resumo	39
Abstract	40
Introdução	41
Material e métodos	41
Resultados e discussão	47
Conclusões	56
Referências bibliográficas	56
CAPÍTULO III: INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES ADUBAÇÕES E COBERTURA MORTA NA QUALIDADE QUÍMICA DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM REPOLHO	60
Resumo	61
Abstract	62
Introdução	63
Material e métodos	64
Resultados e discussão	69
Conclusões	80
Referências bibliográficas	80
CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO	85

Lista de Tabelas

Capítulo I

Tabela 1. Composição da granulometria e densidade do solo da área experimental nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m	43
Tabela 2. Análise de fertilidade do solo na camada de 0–0,2 m	44
Tabela 3. Análise química da água usada na irrigação	45
Tabela 4. Médias do conteúdo de umidade do solo antes da irrigação para o desdobramento da interação da adubação x cobertura	51
Tabela 5. Média de altura de plantas medidas ao longo do ciclo de cultivo	52
Tabela 6. Componentes de produção do repolho em função dos tratamentos adotados	53

Capítulo II

Tabela 1. Composição da granulometria e densidade do solo da área experimental nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m	65
Tabela 2. Análise de fertilidade do solo na camada de 0–0,2 m	66
Tabela 3. Análise química da água usada na irrigação	67
Tabela 4. Análise de variância para os dados de carbono orgânico total (COT), matéria orgânica (MO) e estoque de carbono orgânico total do solo (ECOT) com nível de probabilidade 5%	69
Tabela 5. Probabilidade para a condutividade elétrica (CE), pH, cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+) e potássio (K^+) ao longo dos dias após transplante das mudadas de repolho	72
Tabela 6. Probabilidade para a razão de adsorção de sódio (RAS) ao longo dos dias após transplante das mudadas de repolho	77

Lista de Figuras

Capítulo I

- Figura 1. Consumo hídrico do repolho durante o ciclo da cultura 48
- Figura 2. Box-plot da umidade antes da irrigação nas profundidades de 0-0,2 m (A, B e C) e 0,2-0,4 m (D, E e F). T1 - A1CM – Adubação organomineral com cobertura morta; T2 - A1SCM - Adubação organomineral sem cobertura morta; T3 - A2CM – Adubação mineral com cobertura morta; T4 - A2SCM - Adubação mineral sem cobertura morta; T5 - A3CM – Adubação orgânica com cobertura morta; T6 - A3SCM - Adubação orgânica sem cobertura morta; T7 - A4CM – Sem adubação com cobertura morta e T8 - A4SCM - Sem adubação sem cobertura morta (testemunha) 50

Capítulo II

- Figura 1. Média dos teores de carbono orgânico total (A) e estoque de carbono orgânico total do solo (B) da área experimental 70
- Figura 2. Valores médios da condutividade elétrica para o fator interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OG) e testemunha (TEST) na presença (CM) e ausência da cobertura morta (SCM) aos 21 DAT (A) e média ao longo tempo da CE sob cobertura morta (CM) e sem cobertura morta (SCM) (B) 74
- Figura 3. Média do pH ao longo do tempo com seus respectivos desvios padrões para mais e para menos (A). Desdobramento da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) aos 77 DAT (B) 75
- Figura 4. Desdobramento do efeito da adubação no teor de cálcio aos 21 DAT (A) e desdobramento da interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) com (CM) e sem cobertura morta (SCM) (B) 76
- Figura 5. Desdobramento da interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) com (CM) e sem cobertura morta (SCM) para os teores de sódio aos 21 DAT 76
- Figura 6. Desdobramento da interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) com (CM) e sem cobertura morta (SCM), aos 36 DAT (A), aos 64 DAT (B) e aos 77 DAT (C) e desdobramento da adubação aos 64 DAT (D) para razão de adsorção de sódio (RAS) 79

RESUMO GERAL

O cultivo de hortaliças no semiárido é caracterizado por condições de escassez hídrica e baixa fertilidade dos solos, requerendo via de regra adoção de irrigação e de manejo agrícola. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de adubação, na presença e ausência de cobertura morta, na produtividade e componentes de produção do repolho Midore e a qualidade química do solo, em região semiárida, irrigado por microaspersão, com turno de rega diário. Os tratamentos foram arrançados em delineamento de blocos ao acaso, em esquema 4 x 2, correspondendo a quatro níveis de adubação e dois níveis de cobertura do solo (ausência de cobertura morta e presença com densidade de 9 t ha⁻¹), com quatro repetições. As quatro adubações foram: adubação organomineral (Takamix OM); adubação mineral (Uréia, Superfosfato simples e cloreto de potássio); adubação orgânica (20 t ha⁻¹ de esterco de curral) e sem adubação (testemunha). Os parâmetros avaliados foram produtividade de cabeça de repolho; peso médio de cabeça; diâmetro vertical de cabeça; diâmetro horizontal de cabeça; número de folhas; altura de planta ao longo do ciclo de cultivo; índice de forma de cabeça e a eficiência do uso da água. O monitoramento da qualidade química foi através das determinações da condutividade elétrica, pH, sódio, potássio, cálcio, magnésio, razão de adsorção de sódio, percentagem de sódio trocável, carbono orgânico total, matéria orgânica e estoque de carbono total. Para o turno de rega adotado, não houve efeito significativo da cobertura morta sobre a produtividade e componentes de produção do repolho. Com relação à produtividade do repolho, a adoção de adubação mineral produziu a maior produtividade, em média de 73,50 t ha⁻¹, tendo havido um aumento de 53,38% na produção em comparação com a testemunha. Ao logo do ciclo de cultivo o potássio e o magnésio não sofreram efeito significativo para nenhuma dos tratamentos adotados das avaliações ocorridas durante o ciclo de cultivo. O carbono orgânico total e matéria orgânica e estoque de carbono total só diferiram estaticamente para as profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 avaliadas.

GENERAL ABSTRACT

Growing vegetables in the semiarid region is characterized by conditions of water scarcity and low soil fertility, requiring route of adoption of irrigation and farm management rule. The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient sources in the presence and absence of mulching on yield and yield components of cabbage Midore and chemical soil quality in semiarid region, micro sprinkler irrigation system with irrigation interval daily. Treatments were arranged in a randomized block design, in 4 x 2, corresponding to four levels of fertilization and two levels of soil cover (mulch absence and the presence of a density of 9 t ha⁻¹), with four replications. The four fertilization were: organic mineral fertilizer (Takamix OM), mineral fertilizer (urea, single superphosphate and potassium chloride), organic manure (20 t ha⁻¹ of farmyard manure) and (without fertilization). We evaluated the productivity of cabbage head, average head weight; vertical head diameter, horizontal head diameter, number of leaves, plant height throughout the growing season; shape index head and efficiency of water use. The monitoring of chemical quality was through the determination of electrical conductivity, pH, sodium, potassium, calcium, magnesium, sodium adsorption ratio, exchangeable sodium percentage, total organic carbon, organic matter and total carbon stock. For irrigation interval adopted, there was no significant effect of mulching on yield and yield components of cabbage. Regarding the productivity of cabbage, the adoption of mineral fertilizer produced the highest yield, averaging 73.50 t ha⁻¹, with an increase of 53.38 % in production compared with the control. When the growing season soon potassium and magnesium was not affected to any of the treatments used assessments made during the crop cycle. The total organic carbon and organic carbon and total stock of matters differed only statically to the depths of 0-0.20 and 0.20-0.40 evaluated.

INTRODUÇÃO GERAL

A região semiárida nordestina, embora possua um alto potencial para agricultura, sofre com o regime irregular das chuvas e a elevada taxa de evaporação, ocasionando risco de salinização em perímetros irrigados. Por isto, a irrigação funciona como um fator imprescindível para garantia de produção com qualidade e aumento da produtividade, como no caso do Município de Pesqueira - PE. Nessas regiões, a adoção de estratégias para o manejo da irrigação com adequada eficiência é capaz de promover produções satisfatórias, devendo ser identificado dentre os estádios de crescimento da cultura, a sensibilidade ao estresse hídrico, de modo a evitar redução na produtividade. Culturas sensíveis à salinidade sofrem redução progressiva do crescimento e da produção, à medida que a concentração de sais na água aumenta.

A evapotranspiração é de grande relevância para o manejo agrícola e controle da salinidade, particularmente em regiões onde predominam elevados déficits hídricos anuais. Nessas áreas, a irrigação, aliada à aquisição de dados confiáveis de evapotranspiração se torna essencial.

O requerimento básico para o controle da salinidade nas áreas irrigadas, é a existência da percolação e da drenagem natural ou artificial, aplicando-se uma lâmina de irrigação superior àquela requerida para suprir a necessidade hídrica da cultura, promovendo a lixiviação de sais para abaixo da zona radicular das culturas.

As hortaliças, em geral, além de apresentarem grande exigência de água, são muito exigentes em nutrientes, necessitando de quantidades relativamente altas em curto período de tempo. A aplicação no solo de adubos minerais convencionais pode ocasionar efeito negativo sobre os microorganismos do solo, bem como problemas fitossanitários relacionados aos desequilíbrios nutricionais, além de contribuir com a salinização dos solos. Desta forma, a adubação orgânica se torna importante e necessária no cultivo de hortaliças, principalmente nas folhosas, pois pode compensar as perdas de nutrientes ocorridas durante seu cultivo.

Aliada ao uso da adubação orgânica, a adoção de técnicas conservacionistas do solo pode favorecer o desenvolvimento das hortaliças, e uma das maneiras de aporte de matéria orgânica nos solos é através da utilização de cobertura morta, que contribui para a conservação da água, sendo mais importante nas zonas de precipitação pouco abundante ou mal distribuída.

Dentre as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea*, o repolho é a de maior expressão econômica na produção mundial e brasileira. Esta cultura é exigente em água,

requerendo elevadas umidades no solo durante todo o ciclo. Geralmente, sua produtividade é superior a 50 Mg ha⁻¹, quando em condições hídricas e de temperatura adequada, entre 15 e 20 °C. Destaca-se, ainda, em termo de valor alimentício, o alto teor de vitamina C, fornecendo, também vitaminas B1, B2, E, K e sais minerais, sobretudo cálcio e fósforo, além de apresentar fácil digestibilidade. Destaca-se a grande importância dessa cultura, por empregar elevada mão-de-obra, sendo cultivada essencialmente por agricultores familiares.

A produção do repolho em nível de Brasil no ano de 2006 foi de 377.108 t. Tendo a região Nordeste como a quarta maior produtora de repolho respondendo por 6,76% da produção. Em nível estadual, Pernambuco foi o estado responsável por 19,32% da produção nordestina de repolho. Perdendo apenas para o Ceará e Bahia, com 26,97% e 24,47%, respectivamente. Para o Estado de Pernambuco o repolho do ponto de vista econômico é uma das hortaliças mais importante, devido a sua antiguidade, larga distribuição, facilidade de produção e elevado consumo.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

Adubação orgânica e mineral

Durante os últimos anos, tem-se observado maior exigência do mercado consumidor por alimentos mais saudáveis, produzidos com menor emprego de produtos químicos, principalmente, agrotóxicos e fertilizantes. Por esse motivo, a produção das culturas tem sofrido modificações devido ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras, incluindo práticas de manejo integrado com nutrientes envolvendo insumos naturais, como os biofertilizantes (Mesquita et al., 2007; Cavalcante et al., 2008) ou mesmo tradicionais, usando fontes abundantes de fertilizantes orgânicos, como o esterco bovino e caprino, visto que em muitas situações os produtores criam animais para consumo próprio e não têm destino para os excrementos.

A adubação orgânica, além de melhorar a drenagem e a aeração do solo, incrementa a capacidade de armazenamento de água, níveis de nutrientes e a população de microrganismos benéficos ao solo e à planta, estimulando o desenvolvimento radicular (Malavolta et al., 2002). No cultivo da melancia, várias fontes de adubo orgânico podem ser utilizadas, como esterco de bovinos, ovinos, caprinos ou de aves, recomendando-se incorporar ao solo 10 t ha⁻¹ de esterco de galinha e 30 t ha⁻¹ para os demais esterco, com suplementação mineral (Carvalho, 2005).

Cavalcante et al. (2010), avaliando o desempenho vegetativo e reprodutivo da melancia irrigada, em função de fontes e doses de adubação orgânica (esterco bovino e caprino), em Bom Jesus – PI, concluíram que o número de frutos registrados para plantas adubadas com 10 L de esterco, independente da fonte, é compatível ao representado em cultivos comerciais.

Independentemente da origem, os esterco, quando aplicados em doses adequadas, apresentam efeitos positivos sobre o rendimento das culturas, devido à sua ação favorável aos fatores físicos, químicos e biológicos do solo, embora a dose ideal varie com a textura do solo (Bezerra Neto et al., 1984). Malavolta et al. (2002) afirmaram que o esterco caprino é mais sólido e muito menos aquoso que dos bovinos e suínos, tem melhor estrutura, permitindo a aeração, e por essa razão fermentam rapidamente podendo ser aproveitados na agricultura após um menor período de decomposição que os demais.

A adubação orgânica é essencial por aumentar os teores de matéria orgânica do solo, melhorar a fertilidade do mesmo com aumento da capacidade de troca catiônica, liberação de nutrientes, além de proporcionar melhorias físicas ao solo, como por exemplo, agregação das

partículas, a estruturação e estabilidade estrutural do solo e favorece a fauna microbológica (Santos et al., 2006). Em função desses fatores, nesse tipo de solo, a adubação orgânica quando aplicada com fertilizantes minerais se torna vantajoso, pois diminui as perdas de nutrientes por volatilização e lixiviação, aumentando os teores na solução do solo favorecendo a absorção pelo sistema radicular das culturas (Pimentel et al., 2009; Silva et al., 2007).

Em Neossolos Regolíticos, no Estado da Paraíba, verificou-se aumento nas produtividades total e comercial de batata com uso de adubação orgânica e mineral (Silva et al., 2002). Nesse mesmo tipo de solo no estado de Pernambuco foram alcançados produtividades de até 34 t ha⁻¹ com uso de esterco bovino e NPK (Nunes, 2002).

Com o aumento dos teores de matéria orgânica do solo, o nitrogênio é o principal nutriente liberado para a solução do solo, isso favorece o rendimento da cultura da batata, por ser um dos principais nutrientes exigidos pela cultura, interferindo diretamente no aumento do peso de tubérculos (Cardoso et al., 2007), além de ser constituinte de vários compostos da planta, destacando-se os aminoácidos, os ácidos nucléicos e a clorofila, apresentando maiores concentrações nos pontos de crescimento e de diferenciação com elevada atividade metabólica (Taiz & Zeiger, 2004; Vale & Prado, 2009).

Na região do Agreste Paraibano o esterco bovino é uma das principais fontes de adubação orgânica empregada pelos agricultores, pela disponibilidade local e baixo custo de aquisição, em alguns casos é a única forma utilizada para fertilização de culturas (Galvão et al., 2008). Desta forma, como o cultivo de batata é uma atividade que exige aplicações elevadas de fertilizantes sintéticos, em função de sua exigência nutricional, a prática de adubação orgânica com uso de esterco bovino é uma maneira de diminuir o uso desses fertilizantes, proporcionando rendimento elevado, com diminuição dos custos de produção e aumento da renda dos bataticultores.

Estudando a fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e com biofertilizante, Oliveira et al. (2010) encontraram maiores produtividades de raízes comerciais 11,01 e 9,70 t ha⁻¹ aplicados no solo e via foliar, respectivamente, obtendo incrementos de 29,43 e 25,26% em relação aos tratamentos não fertilizados com biofertilizante.

Resultados de pesquisas mostram a importância da utilização de doses elevadas de adubos orgânicos e minerais para atender à demanda de nutrientes na cultura do pimentão (Oliveira et al., 2004). Entretanto, a aplicação de adubos e corretivos é uma prática agrícola onerosa que representa, em média, 23,4% do custo de produção do pimentão (Ribeiro et al., 2000). Desta forma, estudos da interação entre fertilização não-convencional, ou seja,

fertilizantes orgânicos alternativos em combinação com adubos minerais podem eliminar desperdícios e evitar efeitos fitotóxicos, pois doses muito alta desequilibram as relações entre nutrientes e salinizam o solo (Rodrigues & Casali, 1999).

Esta prática, quando utilizada por vários anos consecutivos proporciona acúmulo de nitrogênio orgânico no solo, aumentando seu potencial de mineralização e sua disponibilidade para as plantas (Scherer, 1998).

Considerando que os adubos orgânicos, mais utilizados na produção de hortaliças, apresentam lenta liberação dos nutrientes para a solução do solo, torna-se necessária uma fonte mineral prontamente disponível, para garantir o desenvolvimento inicial dessas plantas (Sediyama et al., 2009).

Araújo et al. (2007) investigaram a produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante, e concluíram que a combinação esterco bovino e biofertilizante aplicado via foliar, foi a melhor forma de fertilização orgânica no pimentão, com incrementos de 1,8 e 1,3 t ha⁻¹ a mais na produtividade de frutos, em relação apenas ao emprego de esterco bovino.

Moreira et al. (2011), avaliando o crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio (0, 75, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹), verificaram que a maior produção de massa fresca da cabeça de repolho foi de 1,13 kg obtidos com a dose de 277,8 kg N ha⁻¹. Aquino et al. (2005) verificaram valores ótimos de 18,8 e 13,7 cm para o diâmetro transversal e longitudinal de cabeças de repolho, com doses de 288,6 e 215,4 kg de N ha⁻¹, respectivamente.

Por ser exigente em nitrogênio e em potássio, o repolho normalmente responde positivamente à adubação orgânica. Silva Junior (1991), estudando o efeito da aplicação de esterco curtido na produção convencional de repolho, concluiu que a utilização de 50 t ha⁻¹ de esterco necessita de suplementação mineral.

A região semiárida do Nordeste do Brasil é caracterizada pela baixa fertilidade natural dos solos (Menezes & Oliveira, 2008) e o uso de adubos inorgânicos é pouco frequente devido ao limitado poder aquisitivo da maioria dos agricultores. Desta forma, a adoção de adubação orgânica como esterco de bovinos e caprinos, entre outros, torna-se uma alternativa interessante visto a facilidade de obtenção e o custo relativamente baixo (Nobre et al., 2010).

Uso de cobertura morta

A cobertura morta pode ser definida como sendo uma camada de resíduos de planta espalhada sobre a superfície do solo, protegendo contra a ação dos raios solares, do impacto das chuvas e de outras formas de erosão. A cobertura morta ajuda manter a umidade do solo possibilitando o desenvolvimento de vida microbiana que efetua a decomposição da matéria orgânica liberando o nitrogênio e outros elementos químicos fundamentais ao desenvolvimento das plantas.

Em áreas de horticultura, o solo é constantemente preparado para permitir o estabelecimento rápido das plantas e reduzir a competição de plantas daninhas. O uso da cobertura morta envolvendo diferentes resíduos orgânicos traz vários benefícios aos sistemas de produção, especialmente no que diz respeito ao manejo do solo e das plantas (Resende et al., 2005).

A deposição de material vegetal na superfície do solo, comparada com sua incorporação, apresenta várias vantagens, como: proteção do solo, retenção de umidade, controle de plantas espontâneas, liberação mais lenta de nutrientes, maior atividade enzimática, teor de C orgânico, C e N da biomassa microbiana e estabilidade de agregados (Roldán et al., 2003; 2007); entretanto, esta disponibilização de nutrientes no solo deve ocorrer no momento de maior demanda da planta, o que varia em função da espécie cultivada e da forma de manejo da palhada e do solo.

O uso de cobertura vegetal morta por ser simples e eficaz, torna-se uma maneira das mais econômicas para reduzir os danos causados pela ação erosiva das gotas de chuva (Santos et al., 2011).

Várias investigações sobre o impacto da cobertura morta foram realizados, abordando o efeito da densidade de cobertura sobre o fluxo de superfície, umidade do solo e temperatura do solo (Cook et al., 2006).

Jin et al. (2009) analisaram o efeito de três intensidades de precipitação uniformes, aplicadas independentemente de quatro porcentagens de cobertura no escoamento e transporte de sedimentos. Perda de sedimentos foi positivamente correlacionada com intensidades de precipitação. Além disso, sob uma intensidade de precipitação de 65 mm h^{-1} , baixa cobertura morta de 25% de cobertura produziu maior perda de solo.

Jordan et al. (2010) mostraram que a aplicação a longo prazo de cobertura morta melhorou as propriedades físicas e químicas de um solo do semiárido da Espanha. Aumento de interceptação chuvas, atraso na geração de escoamento, e redução no escoamento

superficial e produção de sedimentos foram investigados sob uma densidade de cobertura de 5 t ha⁻¹ x ano. Zonta et al. (2012) avaliaram a influência da precipitação repetido sucessivamente padrões, aplicada a solos nu e coberto, quantificando o seu efeito sobre a formação da crosta do solo e, conseqüentemente, sobre a taxa de infiltração de água no solo. Os concluíram que comparando as curvas das taxas de infiltração com os testes em solo, com e sem vegetação, a taxa de infiltração sobre o solo descoberto era muito menor do que na condição coberta.

Na Inglaterra, Cook et al. (2006) observaram sob chuvas naturais que o uso da palha de trigo de 2 a 8 t ha⁻¹ regulou positivamente a temperatura do solo e aumentou a umidade do solo. Também sob chuvas naturais, em uma bacia hidrográfica, no semiárido do nordeste do Brasil, Santos et al. (2010) observaram que a condição de superfície influenciou significativamente a variação do teor de umidade do solo, tanto em períodos seco e chuvoso. O uso de 3,2 t ha⁻¹ de cobertura morta de feijão, associado com barramento de preda, proporcionou valores mais elevados de conteúdo de água no solo e incrementou a produtividade do feijoeiro de sequeiro.

Souza et al. (2011) adotaram 9 t ha⁻¹ de palha feijão como cobertura morta em um vale aluvial ambiente altamente heterogêneo no município de Pesqueira - PE, com lâminas de irrigação controlada por microaspersão. Esses autores verificaram que a cobertura morta mostrou-se eficiente na retenção de umidade do solo e reduziu o coeficiente de variação, diminuindo, assim, a variabilidade espacial da humidade do solo.

Montenegro et al. (2013), em experimentos de laboratório, sob chuva simulada, utilizando calhas, com 10% de declividade, preenchidas com solo de textura franco-arenosa da margem direita do Rio Mondego, Portugal. Avaliaram o escoamento superficial, a drenagem, a concentração de sedimentos, a umidade e temperatura do solo sob três condições de superfície, solo nu (sem cobertura morta); baixa cobertura morta (densidade de 2t ha⁻¹) e alta cobertura morta (densidade de 4 t ha⁻¹ de palha de arroz). Esses autores verificaram que a cobertura morta de 2 e 4 t ha⁻¹ reduziram a vazão de pico, produzindo reduções de escoamento de 21 e 51% respectivamente, aumento da infiltração e da drenagem, com um aumento significativo da umidade do solo para a densidade de 4 t ha⁻¹, redução das taxas de erosão para todos os eventos.

Entre os materiais orgânicos usados pode-se citar a palha de café (Sediyama et al., 2010), palha de arroz (Resende et al., 2005), bagaço de cana-de-açúcar triturado (Sediyama et al., 2010), capim gordura seco e serragem (Tozani et al., 2006) e capim elefante seco triturado

(Carvalho et al., 2011a) considerada prática de baixo custo e de fácil execução (Resende et al., 2005).

Resende et al. (2005) verificaram benefício na cobertura morta para o cultivo de verão da cenoura, reduzindo a temperatura em até 3,5°C e aumentando a retenção de umidade do solo em até 2,3% em relação ao controle, com melhor desenvolvimento das plantas.

Moraes et al. (2007), cultivando repolho em Dourados, utilizaram 0 e 6,5 Mg ha⁻¹ de cama-de-frango como cobertura, obtendo produtividades significativamente maiores com sua utilização. Carvalho et al. (2011a), avaliando a produtividade do repolho Midore no semiárido Pernambucano utilizando irrigação por microaspersão, na presença e ausência de cobertura morta, obtiveram produção de 35,53 e 33,12 t ha⁻¹, cabeça com massa fresca média de 911,33 e 802,51 g, diâmetro horizontal de cabeça de 14,20 e 12,95 cm, diâmetro vertical de cabeça de 8,68 e 8,53 cm, índice de formato de 0,68 e 0,66 e eficiência do uso da água de 101,13 e 94,26 t ha⁻¹ mm⁻¹, respectivamente. No entanto, Moura et al. (2006), pesquisando o híbrido Astrus em São Luís sob irrigação por aspersão, obtiveram produtividades de 13,00 t ha⁻¹, independente da presença ou da ausência da cobertura morta e de 7,50 t ha⁻¹ e 15,00 t ha⁻¹ na ausência e presença de cobertura morta respectivamente, utilizando irrigação por sulcos, com massa fresca média de 449,66 g e índice de formato de 0,85.

Sediyama et al. (2011) avaliando a produtividade e exportação de nutriente em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica, em uma fazenda experimental Vale do Piranga, MG, testaram três tipos de cobertura do solo: bagaço de cana-de-açúcar, palha de café triturados e sem cobertura, equivalente a 10 t ha⁻¹. Os autores concluíram que a maior massa unitária média de raiz (239,85 g) ocorreu no tratamento com palha de café em relação ao tratamento sem cobertura, sem diferença do tratamento com bagaço de cana-de-açúcar. A maior produtividade de raízes comerciais (38,66 t ha⁻¹) foi com a palha de café.

Salinidade

A salinidade do solo é um dos fatores que afeta o rendimento dos cultivos. Em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas, a salinidade constitui um sério problema, limitando a produção agrícola, reduzindo a produtividade das culturas a níveis antieconômicos. Nessas regiões, caracterizadas por baixos índices pluviométricos e elevada evapotranspiração, o manejo inadequado da irrigação, a qualidade da água de irrigação e as

condições de drenagem insuficiente, contribuem para aceleração do processo de salinização do solo.

Montenegro & Montenegro (2006), comentam que os vales aluviais do semiárido apresentam elevado potencial para a pequena agricultura irrigada, embora sejam susceptíveis ao acúmulo de sais, tanto na zona não-saturada quanto na saturada, a depender, dentre outros fatores, da distribuição espacial de suas características hidráulicas.

Os solos afetados por sais podem ser considerados como: a) salinos – quando a concentração de sais em solução se eleva ao ponto de provocar estresse osmótico às plantas; b) sódico – quando a relação de sódio trocável é alta, e c) salino-sódico – quando as condições anteriores ocorrem simultaneamente. Os sais solúveis normalmente presentes na solução dos solos de regiões áridas e semiáridas são: sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) e nitrato (NO_3^-).

Souza et al. (2008a), avaliando a evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico, em região semiárida de Pernambuco, cultivado com cenoura sob irrigação com água moderadamente salina e na presença de cobertura morta de restos de feijão com densidade de 9 t ha^{-1} , verificaram em duas áreas com 900 m^2 , essa por sua vez foi denominada de setor 1 e 2, que na camada de 0-40 cm, a área salina no setor 1, inicialmente de 7,98%, aumentou para 15,09% ao final do ciclo cultural e para o setor 2, a área salina passou de 5,97 para 5,52%; verificando-se, assim, a influência determinante da textura e da cobertura morta no controle da salinidade do solo.

Desta forma, o uso de água na irrigação, enquanto contribui de maneira significativa no aumento da produtividade em determinadas situações, sobretudo em zonas de clima árido e semiárido, pode resultar em acúmulo do teor de sais na zona radicular do solo. O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas (Soares et al., 2007), além de trazer problemas, como desequilíbrio nutricional e de toxicidade de íons específicos sobre a fisiologia vegetal (Ferreira Neto et al., 2007), a ponto de afetar os rendimentos e a qualidade de sua produção.

De acordo com Rhoades (1990), o nível de salinidade dos solos deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas; assim, o monitoramento direto da salinidade na zona radicular é recomendado para avaliar a eficiência dos diversos programas de manejo nas áreas irrigadas.

Porto Filho et al. (2011), avaliando a evolução da salinidade e do pH de solo em camadas (0-15; 15-30 e 30-45), cultivado sob cultivo de melão irrigado com diferentes níveis

de salinidade (0,6; 1,9; 3,2 e 4,5 dS m⁻¹), verificaram que o maior acúmulo de sais no solo foi observado na camada superficial do solo 0-15 cm para todos os níveis de salinidade da água de irrigação, no entanto, quando se utilizou da água de maior salinidade, produziu a maior salinidade média do perfil.

A disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação está cada vez mais difícil. Com isso, a utilização de práticas de manejo adequado da água moderadamente salina, torna-se uma alternativa viável quando se trabalha com espécies tolerantes. Uma prática de manejo bastante utilizada em áreas que utilizam água de qualidade inferior é a fração de lixiviação, que é uma quantidade extra de água, à lâmina aplicada que penetra no solo, acarretando lixiviação dos sais. Como definido pelo U.S. Salinity Laboratory (Richards, 1954), é a fração de água de irrigação que deve passar para abaixo da zona radicular, visando manter a salinidade em um nível específico.

A necessidade (requerimento) de lixiviação (NL) é a fração mínima da quantidade total de água aplicada que deve passar através da zona radicular, para prevenir a redução no rendimento da cultura. Para Rhoades et al. (1992), a necessidade de lixiviação é um aspecto do manejo da irrigação que influencia a resposta das culturas à salinidade da água de irrigação.

Carvalho et al. (2012), avaliando a produção e biometria do milho verde irrigado com dois níveis de água salina (1,2 e 3,3 dS m⁻¹) e cinco frações de lixiviação (0, 5, 10, 15 e 20%), verificaram que as variáveis produção de grãos verdes, matéria seca e fresca da parte aérea apresentaram resultados semelhantes, obtendo elevados valores quando se utilizou água de 3,3 dS m⁻¹ com a fração de lixiviação de 10%, obtendo efeito deletério com aumento da fração de lixiviação.

Silva et al. (2011), ao avaliarem a cultura do feijão-de-corda sobre a interação entre a salinidade e biofertilizante bovino, verificaram que o conteúdo salino do solo aumentou significativamente com o teor salino das águas, com superioridade nos tratamentos com biofertilizante bovino. Tendências similares foram registradas também por Garcia et al. (2008), quando irrigado com níveis crescentes de sais na água de irrigação.

Oliveira et al. (2006), avaliaram o efeito da irrigação com água de diferentes salinidade e diferentes teores de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*), os resultados demonstraram que todas as variáveis avaliadas: número de folhas, área foliar, diâmetro do caule, altura, fitomassa seca da raiz e fitomassa seca da parte aérea

aos 64 dias após semeadura (DAS) foi afetado negativamente pela salinidade da água acima de 4 dS m⁻¹ e positivamente pelos teores de esterco bovino.

Manejo da irrigação

Estima-se que a área irrigada no mundo ocupe cerca de 17% de toda a terra agricultável e responda pela produção de mais de 40% de todo o alimento consumido. A produção da área irrigada mundialmente equivale a quase 2,5 vezes a produção de alimentos das áreas de sequeiro. No Brasil, cada hectare irrigado equivale a três hectares de sequeiro em produtividade física e a sete em produtividade econômica (Agência Nacional de Águas -ANA, 2004). Esses dados dão uma ideia da importância da prática da irrigação no contexto alimentar.

De acordo com Mukherji et al. (2009), 80% dos produtos necessários para satisfazer as necessidades da população mundial, nos próximos 25 anos, serão providos pelos cultivos irrigados. Por outro lado, a agricultura irrigada é a atividade humana que demanda a maior quantidade de água. Em termos mundiais, estima-se cerca de 70% do uso da água, sendo que nos países em desenvolvimento este valor pode chegar até 95%, causando conflitos em relação aos demais usos da água. No Brasil, o setor de irrigação é o que possui a maior parcela de vazão retirada (cerca de 47% do total) e a maior vazão consumida (69%).

A irrigação é entendida como a aplicação de água ao solo no qual se desenvolve a agricultura, é uma técnica disponível que tem o objetivo de suplementar a chuva para manter os teores de água no solo ideais ao desenvolvimento das culturas aumentando, assim, o crescimento das plantas, a qualidade do produto e a produtividade do cultivo. O manejo adequado da irrigação, que envolve a decisão de quando e quanto irrigar, visa maximizar a eficiência do uso da água, minimizar o consumo de energia e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas (Marouelli et al., 1996).

Diversos estudos vêm sendo conduzidos, em particular nas regiões semiáridas, com o uso de cobertura morta no solo como prática de manejo, contribuindo para a melhoria do desempenho das culturas, redução das perdas de umidade do solo e redução da erosão superficial (Souza et al. 2011).

Moura et al. (2006), avaliando o efeito de métodos de irrigação e do uso de cobertura vegetal sobre o cultivo de repolho em São Luís do Maranhão, verificaram que na irrigação por aspersão, o horário de irrigação e o uso de cobertura vegetal no solo não afetaram o desenvolvimento das cabeças de repolho (compacidade, comprimento do coração e a massa

fresca). Na irrigação por sulco, a compacidade e a massa das cabeças de repolho foram significativamente afetadas pelo uso de cobertura no solo, sendo que, nesse sistema a ausência de cobertura no solo resultou em repolhos com cabeça pouco firme e baixa produção de massa fresca de 300,9 g, o que originou produtividade de 7,5 Mg ha⁻¹.

Marouelli et al. (2010) investigaram a eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada (0,0, 4,5, 9,0 e 13,5 Mg ha⁻¹ de matéria seca) em plantio direto, e constataram uma redução de até 13% na lâmina líquida de água aplicada durante o ciclo do repolho cultivado em sistema de plantio direto com palhada, quando comparada à utilização em tratamentos sem palhada.

A cobertura do solo com palha é apresentada como uma prática cultural mitigadora dos processos naturais que aumentam a eficiência do uso da água. O emprego de resíduos vegetais como cobertura morta do solo promove uma barreira ao fluxo de água do solo para a atmosfera (Allen et al., 1998), conservando-a por mais tempo no solo. Outro efeito benéfico desta prática está na oferta de nutrientes, em particular o nitrogênio (Almeida et al., 2008), os quais são disponibilizados durante o processo de decomposição dos resíduos, além de um relevante potencial de controle da vegetação espontânea reinfestante (Resende et al., 2005; Santos et al., 2008b).

Carvalho et al. (2011b), avaliando o cultivo orgânico da beterraba sob diferentes lâminas de irrigação sob cobertura morta de *Pennisetum purpureum*, de *Gliricidia sepium* e na ausência de cobertura morta, verificaram que os valores máximos relativos de eficiência do uso da água (EUA), foram de 21,0; 32,90 e 17,90 kg m⁻³, respectivamente.

Qualidade do solo (QS)

Doran & Parkin (1994) propuseram o seguinte conceito à QS, que mais tarde foi reformulado por Doran (1997), sendo ainda utilizado nos dias atuais: “Qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens”. Em outras palavras, é a capacidade de o solo exercer suas funções na natureza (Doran, 1997), que são: funcionar como meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera; e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente

(Larson & Pierce, 1994; Karlen et al., 1997). Portanto, QS está relacionada com as funções que capacitam o solo a aceitar, estocar e reciclar água, nutrientes e energia (Carter, 2001). Nesse contexto, QS é a integração das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, que o habilita a exercer suas funções na plenitude.

Para o Serviço de Conservação dos Recursos Naturais (NRCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), QS é expressa como a capacidade do solo em desempenhar suas funções no momento atual e a preservação dessas funções para uso futuro. Nesse sentido, é na percepção de tempo que reside à relação entre QS e sustentabilidade agrícola.

QS é a base para o desenvolvimento da sustentabilidade agrícola (Doran & Zeiss, 2000), servindo como indicador para o manejo de terras, do solo e de culturas. A sustentabilidade agrícola depende da manutenção da QS no âmbito do ecossistema e da interação positiva com os ecossistemas vizinhos ao longo do tempo (Mello, 2006).

Os Pesquisadores que consideram a matéria orgânica do solo (MOS) como o indicador ideal para avaliar QS, estão fundamentados no fato de as várias funções e processos biológicos, físicos e químicos que ocorrem no solo estarem relacionados diretamente com a presença de matéria orgânica. Além disso, a matéria orgânica é eficiente no monitoramento de mudanças da QS no tempo (Shukla et al., 2006).

Trabalhos vêm sendo realizados para identificar qual componente da MOS melhor representa os critérios exigidos para constituir um índice de qualidade do solo (IQS). Carbono total, C e N na matéria orgânica particulada (MOP) e C na biomassa microbiana foram sugeridos por Bolinder et al. (1999) para os solos do leste canadense, pois foram os componentes da MOS mais úteis e de mais fácil medição para constituir um conjunto mínimo de dados para avaliar QS. Avaliações de C e N totais, C na fração leve e na MOP, C e N mineralizáveis, C na biomassa microbiana, carboidratos e enzimas do solo foram sugeridas por Gregorich et al. (1994), com a ressalva de que essas avaliações devem ser caracterizadas no tempo e no espaço e interpretadas considerando as características dos sistemas agrícolas estudados.

No Brasil, autores também pesquisaram sobre qual componente da MOS é o melhor indicador para as diferentes condições ambientais do País e concluíram que carbono da fração leve e carbono lábil (Leite et al., 2003), C e N da fração < 53 µm (Conceição et al., 2005) e C e N da biomassa microbiana e da fração leve (Xavier et al., 2006) são os mais indicados.

Fraceto et al. (2012) avaliaram o estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na caatinga, verificaram que os resultados mostram que o constante aporte de resíduos vegetais na Caatinga promoveu a manutenção dos estoques de C (90 Mg ha^{-1}) e N (10 Mg ha^{-1}) para a camada de 0-30 cm e a mudança de uso da terra para o cultivo da mamona ocasiona redução em aproximadamente 50% nos estoques de C e N do solo em relação à vegetação nativa nos primeiros 10 anos de implantação da cultura.

Atualmente, o carbono (C) e o nitrogênio (N) frequentemente têm sido utilizados como indicadores da qualidade do solo, tanto em sistemas agrícolas como em áreas de vegetação nativa (Jansen, 2005). No entanto, alguns fatores de ordem ambiental dificultam a realização desses estudos, uma vez que o conhecimento sobre as propriedades edafoclimáticas é limitado, havendo alta variabilidade dos fatores que controlam o ciclo do C e N-orgânico em uma única unidade de solo (Bernoux et al., 2002).

Em estudos realizados nos diferentes biomas brasileiros, de maneira geral, os autores demonstraram haver relação entre o teor de C e N do solo e o tipo de vegetação (Frazão et al., 2010). Especificamente para o bioma Caatinga, os autores discutem tanto ganhos como perdas nos estoques de C e N nos diferentes usos do solo (Sousa et al., 2012), sem que haja consenso sobre a dinâmica da MOS em função da mudança de uso.

Em região semiárida do Estado de Pernambuco Santos et al. (2007), em um estudo de perda de carbono orgânico, potássio e solo em Neossolo Flúvico sob diferentes sistemas de manejo, verificaram que os teores de carbono orgânico correlacionaram-se linearmente e positivamente com as taxas de perda de solo nos tratamentos, sendo estas perdas de carbono orgânico e potássio mais elevados nos sistemas não conservacionistas de manejo do solo em relação à adoção de práticas conservacionistas simples.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: **FAO**, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ALMEIDA, M. M. T. B.; LIXA, A. T.; SILVA, E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H.; RIBEIRO, R. L. D. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.675-682, 2008.

AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Efeito de espaçamentos e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.100-104, 2005.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.11, p.466-470, 2007.

BERNUOX, M.; CARVALHO, M. C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Brazil's soil carbon stocks. **Soil Scienc Society of America Journal**, v.66, p.888-896, 2002.

BEZERRA NETO, F.; HOLANDA, J. S.; TORRES FILHO, J.; TORRES, J. F. Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.5, p.567-572, 1984.

BOLINDER, M. A.; ANGERS, D. A.; GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R. The response of soil quality indicators to conservation management. **Canadian Journal Soil Science**, v.79, p.37-45, 1999.

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **Agricultura irrigada: estudo técnico preliminar**. Brasileira, v.19, n.5, p.567-571, 1984. Brasília, DF, 2004, 107p.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1729-1736, 2007.

CARTER, M. R. **Organic matter and sustainability**. In: Rees, B. C.; Ball, B. C.; Campbell, C. D.; Watson, C. A., eds. Sustainable management of soil organic. Wallingford, CAB International, 2001. p.9-22.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA NETO, D. H.; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M.; ROUWS, J. R. C. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.269-277, 2011b.

CARVALHO, J. F.; MONTENEGRO, A. A. A.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.256-263, 2011a.

CARVALHO, J. F.; TSIMPHO, C. J.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; SANTOS, M. H. V.; SANTOS, A. N. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.368-374, 2012.

CARVALHO, R. N. **Cultivo de Melancia para a Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa, 2005. 112p.

CAVALCANTE, I. H. L.; ROCHA, L. F.; SILVA JÚNIOR, G.B.; AMARAL, F. H. C.; FALCÃO NETO, R.; NÓBREGA, J.C.A. Fertilizantes orgânicos para o cultivo da melancia em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.518-524, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrients and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers. **Fruits**, v.63, p.27-36, 2008.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SAPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

COOK, H. F., VALDES, G. S. B., LEE, H. C. Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under Zea mays L. **Soil and Tillage Research**, v.91, p.227-235, 2006.

DORAN, J. W. Soil quality and sustainability. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1997. CD-ROM.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Madison**, SSSA, 1994. p.1-20. (Special, 35)

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.15, p.3-11, 2000.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S.; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v.37, p.1675-1681, 2007.

FRACETTO, F. J. C., FRACETTO, G. G. M.; CERRI, C. C., FEIGL, B. J.; NETO, M. S. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na caatinga. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v36, p.1545-1552, 2012.

FRAZÃO, L. A.; SANTANA, I. K. S.; CAMPOS, D. V. B.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Estoques de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1198-1204, 2010.

GALVÃO, S. R.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.99-105, 2008.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, p.7-18, 2008.

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M.; ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v.74, p.367-385, 1994.

JANSEN, H. H. Soil carbon: A measure of ecosystem response in a changing world? **Canadian Journal of Soil Science**, v.85, p.467-480, 2005.

JIN, K., CORNELIS, W. M., GABRIELS, D., BAERT, M., WU, H. J., SCHIETTECATTE, W., CAI, D. X., DE NEVE, S., JIN, J. Y., HARTMANN, R., HOFMAN, G. Residue cover and rainfall intensity effects on runoff soil organic carbon losses. **Catena**, v.78, p.81-86, 2009.

JORDÁN, A., ZAVALA, L. M., GIL, J. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. **Catena**, v.81, p.77-85, 2010.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Science Society of America Journal**, v.61, p.4-10, 1997.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Madison**, SSSA, 1994. p.37-51. (Special, 35)

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo

sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, p.821-832, 2003.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MAROUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, R. F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.369-375, 2010.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPQ, 1996. 72p.

MELLO, N. A. **Efeito do sistema de manejo nos atributos do solo, movimentação de sedimentos e exportação de carbono orgânico numa microbacia rural sob cultura do fumo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 248p. (Tese de Doutorado).

MENEZES, R. S. C.; OLIVEIRA, T. S. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.251-257, 2008.

MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. DE.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produtividade e qualidade de frutos do mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Ciências Agrárias**, v.28, p.589-596, 2007.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; DE LIMA, J. L. M. P.; SINGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittents simulated rainfall. **Catena**, v.109, p.139-149, 2013.

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 e Ambiental**, v.10, 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. **Ciência Agrotécnica**, v.31, p.731-738, 2007.

MOREIRA, M. A.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.117-121, 2011.

MOURA; E. G; REZENDE, K. D. A.; ARAÚJO, 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**, v.24, n.4, p.410-413, 2006.

MOURA; E. G; REZENDE, K. D. A.; ARAÚJO, 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**, v.24, n.4, p.410-413, 2006.

MUKHERJI, A.; FACON, T.; BURKE, J.; FRAITURE, C.; FAURÈS, J. M.; FÜLEKI, B.; GIORDANO, M.; MOLDEN, D.; SHAH, T. **Revitalizing Asia's irrigation: to sustainably meet tomorrow's food needs**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute; Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. (2009), 39p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.747-754, 2010.

NUNES, M. U. C. Produtividade e principais problemas fitossanitários de cultivares de batata em Sergipe. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 424-427, 2002.

OLIVEIRA, A. P.; PAES, R. A.; SOUZA, A. P.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, R. A. Produção de pimentão em função da concentração de urina de vaca aplicada via foliar e da adubação com NPK. **Agropecuária Técnica**, v.25, p.37-43, 2004.

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, J. F.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, M. C. C. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; SILVA, N. V. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. **Horticultura Brasileira**, V.28, p.277-281, 2010.

OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. M.; LIMA, C. J. G. S.; GUIMARÃES, I. P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Rícinus communis* L.). **Revista Verde**, v.1, p. 47-53, 2006.

PIMENTEL, M. S.; LANA, Â. M. Q.; DEL-POLLI, H. Rendimentos agronômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 01, p. 106-112, 2009.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução da salinidade e pH de solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.1130-1137, 2011.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; 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**, v.29, n.1, p.100-105, 2005.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de Gheyi, H. R.; Sousa, J. R.; Queiroz, J. E. Campina Grande: UFPB, 1992. 117p.

RHOADES, J. D.; MIYAMOTO, S. **Testing soils for salinity and sodicity**. In: Westerman, R. L. (ed.) Soil testing and plant analysis. Madison: Soil Science Society of America, 1990. Cap. 12, p.229-336. Book Series 3

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

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. USDA. Agriculture Hand book, 60.

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

ROLDÁN, A.; CARAVACA, F.; HERNÁNDEZ, M. T.; GARCÍA, C.; SÁNCHEZ-BRITO, C.; VELÁSQUEZ, M.; TISCAREÑO, M. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). **Soil and Tillage Research**, v.72, p.65-73, 2003.

ROLDÁN, A.; SALINAS-GARCÍA, J. R.; ALGUACIL, M. M.; CARAVACA, F. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under subtropical maize and bean crops. **Soil and Tillage Research**, v.93, p.273-282, 2007.

SANTOS, C. A. B.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; FEITOSA, H. O.; MOURA, A. F. G.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L.; COSTA, J. R. **Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008b. 4 p. (Comunicado Técnico, 112).

SANTOS, J. F.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; BRITO, C. H.; DORNELAS, C. S. M.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 04, p. 103-106, 2006.

SANTOS, T. E. M., SILVA, D. D., MONTENEGRO, A. A. A. Temporal variability of soil water content under different surface conditions in the semiarid region of the Pernambuco state. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.34, p.1733–1741, 2010.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, D. D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.670-679, 2011.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, E. F. F.; LIMA NETO, J. A. Perdas de carbono orgânico, potássio e solo em Neossolo Flúvico sob diferentes sistemas de manejo no semi-árido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.143-149, 2007.

SCHERER, E. E. **Utilização de esterco suíno como fonte de nitrogênio: bases para a adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivo de sucessão**. Florianópolis: EPAGRI. 49p (Boletim Técnico, 99). 1998.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T. Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.883-889, 2011.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, I. C.; SALGADO, L. T. Ocorrência de plantas daninhas no cultivo de beterraba com cobertura morta e adubação orgânica. **Planta Daninha**, v.28, p.717-725, 2010.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, A. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.294-299, 2009.

SHUKLA, M. K.; LAL, R.; EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. **Soil Till. Res.**, v.87, p.194-204, 2006.

SILVA JUNIOR A. A. Efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho. **Agropecuária Catarinense**, v.4, p.53-56, 1991.

SILVA, A. P.; DANTAS, J. P.; SILVA, V. F.; PAIVA, A. P. Q. C. Manejo de fertilizantes minerais e orgânicos na cultura da batata em Neossolo Regolítico do agreste da Paraíba. **Agropecuária Técnica**, v. 23, p. 35-41, 2002.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUZA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUZA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, p.383-389, 2011.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, Crotalaria juncea. I - produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.39-49, 2007.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C.A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, v.12, p.235-248, 2007.

SOUSA, F. P.; FERREIRA, T. O.; MENDONÇA, E. S.; ROMERO, R. E.; OLIVEIRA, J. G. B. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.148, p.11-21, 2012.

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**, v.12, n.6, p.584-592, 2008a.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOZANI, R.; LOPES, H. M.; SOUSA, C. M.; SILVA, E. R. Manejo alternativo de plantas daninhas na cultura de beterraba. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências da Vida, v.25, p.70-78, 2006.

VALE, D. W.; PRADO, R. M. Adubação com NPK e o estado nutricional de ‘citrumelo’ por medida indireta de clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 266-271, 2009.

ZONTA, J. H., MARTINEZ, M. A., PRUSKI, F. F., SILVA, D. D., SANTOS, M. R. Effect of successive rainfall with different patterns on soil water infiltration rate. **Brazilian Journal of Soil Science**. v.36, p.377–388, 2012.

CAPÍTULO II

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE REPOLHO SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES
NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COBERTURA MORTA EM AGRICULTURA
FAMILIAR**

RESUMO

SANTOS, E. S, Dr., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Fevereiro, 2014. **Crescimento e produção de repolho sob diferentes adubações na presença e ausência de cobertura morta em agricultura familiar.** Orientador: Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.

O cultivo familiar de hortaliças no semiárido é de grande relevância econômica e social, sendo caracterizado por condições de escassez hídrica e baixa fertilidade dos solos, requerendo via de regra adoção de irrigação e de manejo agrícola. O presente estudo teve início em 22/11/2011, sendo conduzido até 18/03/2012, com o objetivo de avaliar o efeito da adoção de práticas conservacionistas e de diferentes fontes de adubação, na presença e ausência de cobertura morta, na produtividade e componentes de produção do repolho Midore, em região semiárida, do Estado de Pernambuco. Os tratamentos foram arranjos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema 4 x 2, correspondendo a quatro níveis de adubação (adubação organomineral; adubação mineral; adubação orgânica e testemunha sem adubação) e dois níveis de cobertura do solo (ausência de cobertura morta e presença com densidade de 9 t ha⁻¹), com quatro repetições. Os parâmetros avaliados foram: produtividade de cabeça de repolho; peso médio de cabeça; diâmetro vertical de cabeça; diâmetro horizontal de cabeça; número de folhas; altura de planta; índice de forma de cabeça e a eficiência do uso da água. Para o turno de rega adotado, de um dia, não houve efeito significativo da cobertura morta sobre a produtividade e componentes de produção do repolho. Já com relação à adubação, a adoção de adubação orgânica não diferiu da mineral nem da organomineral.

Palavras-chaves: semiárido, agricultura irrigada, *Brassica oleraceae*

ABSTRACT

SANTOS, E. S, Dr., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Fevereiro, 2014. **Growth and yield of cabbage under different fertilization in the presence and absence of mulch in communal farming.** Advisor: Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.

Horticulture communal cropping in the semiarid presents a high social and economical relevance, being characterized by water shortage and low soil fertility. Then, it requires irrigation and agricultural management. This study started on 22/11/2011, being led by 18/03/2012. The present study was conducted to evaluate the effect of different nutrient sources in the presence and absence of mulch on yield and yield components of cabbage Midore, in the semiarid, Pernambuco State. Treatments were arranged in a randomized block design, in 4 x 2 scheme, corresponding to four fertilizer levels (organomineral fertilization, mineral fertilizers, organic manure and a control without fertilization) and two soil cover conditions, in the presence and absence of mulch, with a density of 9 t ha⁻¹, with four replications. The parameters evaluated were productivity of head cabbage; curd weight, vertical head diameter, horizontal diameter of the head, number of leaves; plant height over crop cycle; shaped head index (SFI) and the water use efficiency. For the adopted irrigation frequency, there was no significant effect of mulching on yield and yield components of cabbage. With respect to fertilization, adoption of organic fertilizer produced similar results to mineral and organomineral fertilization.

Key words: semiarid, irrigated agriculture, *Brassica oleraceae*

INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é uma hortaliça herbácea, com folhas arredondadas e cerosas, formando uma cabeça compacta. Ao longo do tempo, foram obtidas cultivares adaptadas a temperaturas elevadas, ampliando conseqüentemente os períodos de plantio e de colheita (Filgueira, 2008).

O uso de cobertura morta no solo é uma prática amplamente recomendada, em particular em regiões semiáridas, contribuindo para a melhoria do desempenho das culturas e aumento na retenção de umidade do solo (Souza et al., 2011a). Moraes et al. (2007), cultivando repolho em Dourados, utilizaram 0 e 6,5 t ha⁻¹ de cama-de-frango como cobertura, obtendo produtividades significativamente maiores com sua utilização (35,78 t ha⁻¹). Santos et al. (2011), avaliando diferentes práticas conservacionista no semiárido Pernambucano, verificaram que a utilização do capim elefante com densidade de 6,18 t ha⁻¹ como cobertura morta mostrou ser uma prática adequada para manutenção da umidade do solo. Utilizando palha de arroz com cobertura morta, Montenegro et al. (2013) constataram a importância da cobertura morta para a manutenção da umidade do solo, e controle de perdas de solo.

No tocante à adubação, Carvalho et al. (2011a) avaliaram a produtividade do repolho Midore no semiárido Pernambucano utilizando adubação organomineral, na presença e ausência de cobertura morta, e obtiveram produção de 35,53 e 33,12 t ha⁻¹, respectivamente. Adicionalmente, esses mesmos autores verificaram cabeça com massa fresca média de 911,33 e 802,51 g, diâmetro horizontal de cabeça de 14,20 e 12,95 cm, diâmetro vertical de cabeça de 8,68 e 8,53 cm, e índice de formato de 0,68 e 0,66. A eficiência do uso da água foi de 101,13 e 94,26 t ha⁻¹ mm⁻¹, para as referidas coberturas, respectivamente, em área de assentamento de agricultura familiar, adotada neste estudo.

Moura et al. (2006), pesquisando um híbrido de repolho Astrus em São Luís, irrigado por aspersão, obtiveram produtividade de 13,00 t ha⁻¹, independente da presença ou da ausência da cobertura morta, com massa fresca média de 449,66 g e índice de formato de cabeça de 0,85.

Borchartt et al. (2011) avaliaram a adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança-PB, e obtiveram aumentos na produtividade total e comercial com adubação orgânica (10 t ha⁻¹) e suplementação mineral (71,93 e 66% de NPK), enquanto Sediya et al. (2009), pesquisando o rendimento do pimentão Magda em função da adubação orgânica e mineral, verificaram uma produtividade máxima de frutos comerciais

quando se associou 84,43 t ha⁻¹ de composto orgânico com a maior dose de adubo mineral (1500 kg ha⁻¹ da formula 4-14-8 NPK).

Já Silva et al. (2012) avaliaram o rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha, e verificaram que a dose de 19,2 t ha⁻¹ de esterco bovino, na ausência do biofertilizante, proporcionou uma produtividade máxima de 20,3 t ha⁻¹ de túberas comerciais. Da mesma forma, ao se utilizar 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, em quatro forrageiras, e em três tipos de solo do semiárido da Paraíba, Araújo et al. (2011) verificaram que o esterco bovino promoveu significativo incremento na biomassa e nutrientes em todas as plantas e solo.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes fontes de adubação, e da cobertura morta, na produtividade, componentes de produção do repolho Midore e a umidade do solo em região semiárida de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada no Município de Pesqueira, Região Agreste de Pernambuco, no Assentamento Rural Fazenda Nossa Senhora do Rosário, situada na coordenada geográficas 8° 15' e 8° 30' de Latitude Sul, 31° 45' e 37° 00' de Longitude Oeste de Greenwich. O clima é semiárido muito quente (Bsh), segundo Köppen. A precipitação média anual é de 607 mm, a temperatura média é de 23°C e a evapotranspiração potencial é de cerca de 2.000 mm por ano (Montenegro & Montenegro, 2006).

O solo é classificado como Neossolo Flúvico. Para a determinação das frações granulométricas antes do cultivo do repolho, em lote experimental, adotou-se o método da pipeta, descrito pela EMBRAPA (1997), cujos valores se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Composição da granulometria e densidade do solo da área experimental nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m

Profundidade (m)	Argila	Silte	Areia	Classe textural	Ds (g cm ⁻³)	Θ_{cc}	Θ_{pp}
	g kg ⁻¹					g g ⁻¹	
0-0,20	149,68	515,39	334,83	Franco siltoso	1,52	0,27	0,12
0,20-0,40	169,79	492,10	345,28	Franco	1,49	0,25	0,11

Θ_{cc} – Umidade na capacidade de campo e θ_{pp} – Umidade no ponto de murcha permanente

No período de estudo, de 22 de dezembro de 2011 a 13 de março de 2012, foram registrados valores de temperatura do ar entre 15,7 e 33,8°C e precipitação total de 120,6 mm. As profundidades do nível do lençol freático local, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, foram de 1,61; 2,86; 2,79 e 2,80 m, respectivamente, e a condutividade elétrica da água de irrigação, igual a 1,01, 0,99, 0,94 e 0,91 dS m⁻¹, respectivamente.

Delineamento

Os tratamentos foram arranjos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, correspondendo a quatro níveis de adubação e dois níveis de cobertura do solo (ausência e presença de cobertura morta, com densidade de 9 t ha⁻¹), com quatro repetições. Cada bloco possuía 18 m de comprimento e 15 m de largura. As quatro adubações foram: adubação organomineral (Takamix OM); adubação mineral (Uréia, Superfosfato simples e cloreto de potássio); adubação orgânica (20 t ha⁻¹ de esterco de curral) e sem adubação (testemunha). Cada tratamento possuía uma área útil de 3 x 2 m, sendo eles: T1 - A1CM – Adubação organomineral com cobertura morta; T2 - A1SCM - Adubação organomineral sem cobertura morta; T3 - A2CM – Adubação mineral com cobertura morta; T4 - A2SCM - Adubação mineral sem cobertura morta; T5 - A3CM – Adubação orgânica com cobertura morta; T6 - A3SCM - Adubação orgânica sem cobertura morta; T7 - A4CM – Sem adubação com cobertura morta e T8 - A4SCM - Sem adubação sem cobertura morta (testemunha).

Condução do experimento

O preparo da área experimental consistiu em operação de aração e gradagem mecanizada. Cultivou-se um híbrido de repolho denominado ‘Midore’ no espaçamento de 0,5

x 0,4 m. As mudas foram transplantadas quando apresentaram de 3 a 4 folhas definitivas, aos 21 dias após semeio (22/12/2011).

A adubação orgânica, organomineral e mineral foi realizada dois dias antes do transplante. A formulação para adubação com organomineral e mineral foi calculada com base na análise de solo para a camada de 0-0,2 m (Tabela 2), que corresponderam às quantidades de 159, 222,22 e 66,67 kg ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente e seguindo as necessidades da cultura, conforme as recomendações para a cultura do repolho no Estado de Pernambuco (CAVALCANTE, 2008). Com relação à adubação orgânica (esterco de curral), abriram-se covas e adubou-se com uma quantidade de 400 g de esterco, correspondente a 20 t ha⁻¹ para uma densidade de plantio de 50.000 plantas ha⁻¹.

Tabela 2. Análise de fertilidade do solo, no lote experimental da Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Pesqueira-PE

pH	P	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V	CO
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³						%	g kg ⁻¹		
7,40	120	4,25	2,00	1,07	0,69	0,00	2,93	8,01	10,94	73,22	12,28

CTC – Capacidade de troca de cátions; V – Saturação por bases; S – Soma de bases e CO – Carbono orgânico

Aplicações foliares de cálcio e boro foram realizadas aos 50, 58 e aos 67 dias após transplante (DAT) e aplicados 150 L de calda da solução, dos quais 0,375 L foram do produto comercial CAB10 que contém, em sua composição 0,08 L de cálcio e 0,02 L de boro, conforme recomenda Filgueira (2007), e realizaram-se capinas periódicas para controlar ervas daninha.

A cobertura morta foi adicionada 15 dias após transplante (DAT), utilizando capim elefante triturado, da variedade “Roxo de Botucatu”, cobrindo toda área útil com o respectivo tratamento.

Manejo da irrigação

O método de irrigação utilizado foi do tipo microaspersão, com 100% da área molhada, adotando um turno de irrigação diário.

As lâminas de irrigação adotadas foram baseadas na evapotranspiração da cultura (ETc), estimada a partir de leituras diárias em Tanque Classe A, conduzidas pelo próprio agricultor, utilizando-se coeficiente de tanque de acordo com condições locais de vento, umidade relativa e bordadura, igual a 0,75, e coeficientes de cultura (Kc) segundo Doorenbos & Kassan (1986).

A água utilizada na irrigação da área experimental foi captada de poço tipo Amazonas, sendo analisada para os teores de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, pH, condutividade elétrica (CE) e determinou-se a RAS, conforme pode ser visto na Tabela 3. Para o manejo da irrigação, adotou-se uma fração de lixiviação de 20%, que de acordo com Carvalho et al. (2011), demonstrou satisfatória para a lixiviação dos sais para baixo da zona radicular. No cálculo do tempo de aplicação das lâminas requeridas foi considerado o resultado do teste do sistema de irrigação, particularmente quanto à eficiência de aplicação (Ea = 83%), a uma pressão de 150 kPa.

Tabela 3. Análise química da água usada na irrigação no lote experimental da Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Pesqueira-PE

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CE a 25 °C	pH	RAS
mmol _c L ⁻¹				dS m ⁻¹		(mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}
0,76	0,83	6,33	0,35	1,3	7,5	7,11

Para avaliar o conteúdo de água do solo em todos os tratamentos, adotou-se metodologia de Souza et al. (2011a), que utilizaram sonda de nêutrons tipo 503 DR HYDROPROBE[®]. Realizaram-se 27 medições antes da irrigação, regularmente distribuídas no período experimental nas profundidade de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, compreendendo a 2^a, 3^a e 4^a fase do repolho. Para tais medições, foram adotados tubos de acesso de PVC, de 75 mm de diâmetro, com 1,20 m de comprimento, com 0,20 m ficando acima da superfície do solo e 1,0 m abaixo.

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. 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 1).

$$CN = \frac{C_s}{C_b} \quad (1)$$

em que:

CN: Contagem normalizada

Cs: Número de contagens no solo

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

As equações ajustadas para as duas camadas de solo foram: $\theta_{20} = 0,069 + 0,264CN$, com $R^2 = 0,942$ e $\theta_{40} = 0,033 + 0,26CN$, com $R^2 = 0,882$.

Parâmetros avaliados na cultura

A colheita foi realizada aos 88 DAT, sendo avaliados os seguintes parâmetros: produtividade de cabeça de repolho (P); peso médio de cabeça (PMC); diâmetro vertical de cabeça (DVC); diâmetro horizontal de cabeça (DHC); Número de folhas (NF); altura de planta ao longo do ciclo de cultivo (AP), com auxílio de uma régua (0,1 cm); índice de forma de cabeça (IFC), sendo este parâmetro determinado através da relação entre DVC e DHC, conforme Moura et al. (2006).

Determinou-se a eficiência do uso da água (EUA), definida como a quantidade de água consumida para produzir uma unidade de matéria vegetal, podendo ser expressa pela Equação 2 (COSTA et al., 2005):

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

em que:

EUA – eficiência de uso da água, $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$;

X – produtividade da cultura, kg ha^{-1} ;

Y – lâmina de água adotada no manejo da cultura durante o ciclo, mm.

Análise estatística

Os dados foram analisados no sistema computacional SAS (1998) e interpretados com base nas significâncias das análises de variância, pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. Realizou-se uma análise descritiva dos dados de umidade, sendo os dados de umidades divididos em três fases, de acordo com o desenvolvimento da cultura do repolho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verifica-se o consumo hídrico do repolho ao longo dos dias em que se sucedeu o manejo da irrigação via Tanque Classe A (TCA). Durante os 87 dias após transplante (DAT), a demanda hídrica da cultura foi da ordem de 416 mm, apresentando um consumo médio diário de 4,90; 5,89; 4,96 e 4,81 mm dia^{-1} para as fases I, II, III e IV de desenvolvimento da cultura, respectivamente.

Durante este período, a evaporação (EV) e a evapotranspiração de referência (ET_o) acumuladas, medidas em TCA foi de 649,4 e 487,1, respectivamente, sendo observado um alto valor de evaporação diária de 14 mm aos 47 e 51 DAT.

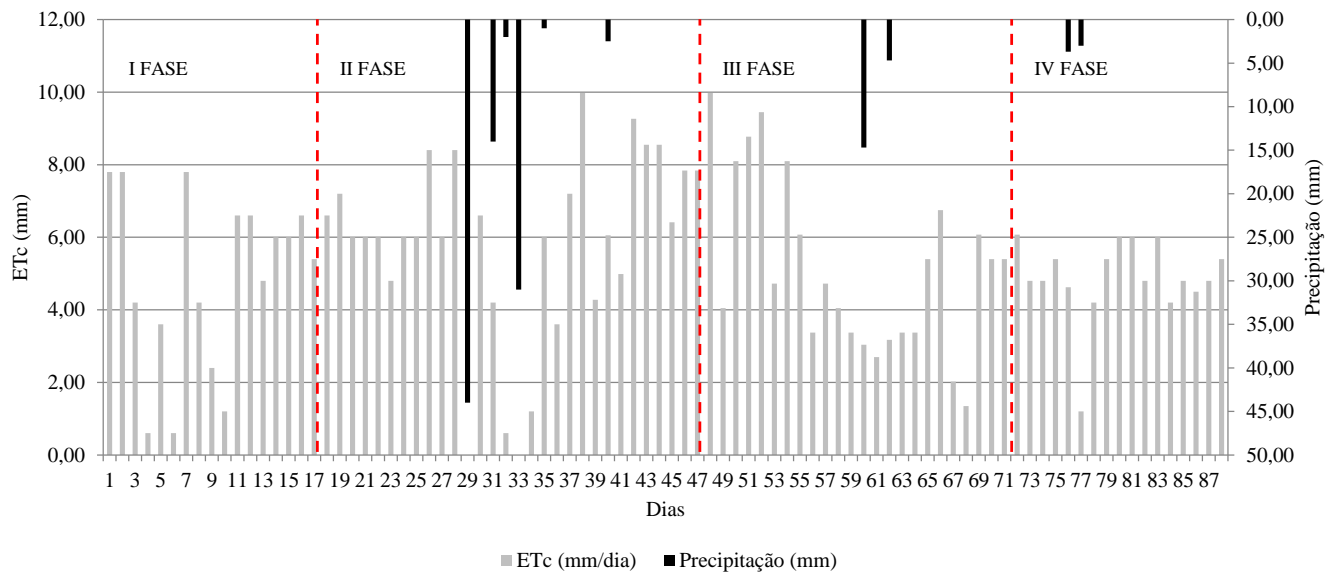


Figura 1. Consumo hídrico do repolho durante o ciclo da cultura.

Na Figura 2 tem-se a distribuição espaço temporal da umidade do solo, em forma de Box-plot, no período analisado. Nas Figuras 2A, 2B e 2C estão apresentados os valores de umidade na profundidade de 0-0,2 m, e nas Figuras 2D, 2E e 2F os valores de umidade na profundidade de 0,2-0,4 m, que representam a 2ª, 3ª e 4ª fases da cultura do repolho, respectivamente. Observa-se a presença de valores discrepantes na 2ª e 3ª fase em ambas as profundidades. Na 4ª fase não foram verificadas valores extremos para nenhuma das profundidades avaliadas. Este fato pode ser explicado devido à cultura apresentar pleno desenvolvimento vegetativo, aumentando a área de cobertura sobre o solo, atenuando o efeito direto da temperatura sobre a superfície do solo. Verifica-se uma variação maior da umidade na profundidade de 0-0,2 m para as três fases e na 2ª fase na profundidade de 0,2-0,4 m. No entanto, na 3ª e 4ª fases da última camada, observa-se uma menor variação da umidade.

Esta variação maior da umidade na profundidade superior (0-0,2 m) em relação com a inferior (0,2-0,4 m) pode ser explicada devido ao sistema radicular da cultura não ultrapassar a camada superior, havendo assim um maior consumo da água desta camada. Apesar de ter havido esta variação na profundidade superior, o tratamento T3 (A2CM – Adubação mineral com cobertura morta) permaneceu mais estável ao longo do tempo nas duas profundidades.

Considerando os períodos de maior sensibilidade ao déficit hídrico para o repolho que é durante a fase de crescimento e a maturação da cabeça, que está compreendido entre a 2ª, 3ª e 4ª fases da cultura, pode-se observar na Figura 2 que a água esteve sempre adequadamente

disponível, uma vez que, os valores de umidade estiveram acima do ponto de murcha permanente (PMP) e próximo à capacidade de campo (CC) para ambas as profundidades.

Contrariando este resultado, Souza et al. (2011b) avaliando a umidade do solo em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação, verificaram que a umidade do solo sem cobertura morta apresentou os menores níveis para as camadas de 10 e 20 cm do solo. Essa diferença pode ser explicada pelo manejo da irrigação adotado, com turno de rega de três dias, enquanto para o presente estudo foi adotado turno de rega diário, além de uma fração de lixiviação.

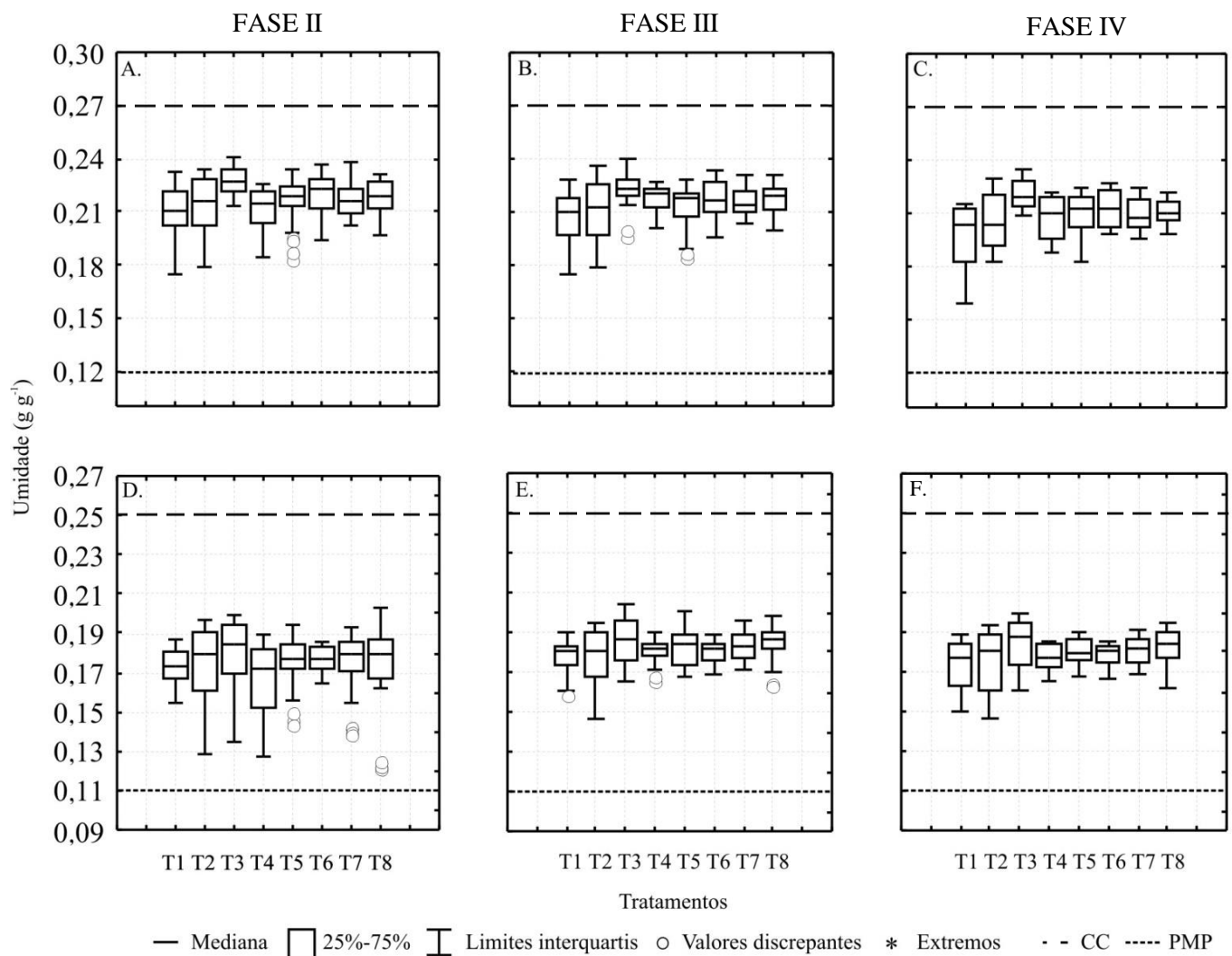


Figura 2. Box-plot da umidade antes da irrigação nas profundidades de 0-0,2 m (A, B e C) e 0,2-0,4 m (D, E e F). T1 - A1CM – Adubação organomineral com cobertura morta; T2 - A1SCM - Adubação organomineral sem cobertura morta; T3 - A2CM – Adubação mineral com cobertura morta; T4 - A2SCM - Adubação mineral sem cobertura morta; T5 - A3CM – Adubação orgânica com cobertura morta; T6 - A3SCM - Adubação orgânica sem cobertura morta; T7 - A4CM – Sem adubação com cobertura morta e T8 - A4SCM - Sem adubação sem cobertura morta (testemunha).

De acordo com análise de variância para os teores de umidade, só foi observado efeito significativo na profundidade de 0-0,2 m aos 17; 19; 21 e 23 DAT para o efeito da interação da adubação com a cobertura.

Na Tabela 4 tem-se o teste de média para o conteúdo de umidade do solo observados para o desdobramento da interação entre a adubação x cobertura.

Tabela 4. Médias do conteúdo de umidade do solo antes da irrigação para o desdobramento da interação da adubação x cobertura

DAT	Cobertura	Adubação			
		Mineral	Orgânica	Organomineral	Testemunha
17	C	0,2300aA	0,2200aAB	0,2150aB	0,2200aAB
	S	0,2050bB	0,2250aA	0,2175aA	0,2225aA
19	C	0,2325aA	0,2225aB	0,2050bC	0,2175aB
	S	0,2100bB	0,2250aA	0,2225aA	0,2250aA
21	C	0,2325aA	0,2250aB	0,2175bD	0,2200bC
	S	0,2125bC	0,2250aA	0,2225aB	0,2250aA
23	C	0,2325aA	0,2200aB	0,2200aB	0,2225aB
	S	0,2100bB	0,2275aA	0,2250aA	0,2225aA

Médias seguidas de letras iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste t.

Verifica-se na Tabela 4 que aos 17 DAT só houve diferença estatística para a adubação mineral na presença e ausência de cobertura morta. Aos 19 DAT essas diferenças foram observadas para os tratamentos de adubação mineral e organomineral, entretanto, para os 21 DAT só não houve efeito para adubação orgânica e aos 23 DAT só verificado efeito da adubação mineral para as diferentes coberturas do solo.

Outrossim, podemos constatar que, independente do tipo de adubação e cobertura, pode-se constatar que as umidades esteve sempre acima do ponto de murcha permanente e próximo a capacidade de campo, como se já havia dito anteriormente, que possibilitou o pleno desenvolvimento da cultura ao longo dos 87 dias de cultivo.

Pode-se observar ainda na Tabela 4, que no tratamento com adubação orgânica não houve diferença entre os conteúdos de umidade na ausência e presença de cobertura morta, demonstrando que, na maior parte do tempo a adubação orgânica, além de suprir a cultura do repolho com nutrientes, serviu de condicionador do conteúdo de água do solo.

De acordo com a análise de variância para os parâmetros relacionados com o crescimento, não houve efeito significativo a 5% de probabilidade para o fator isolado da cobertura morta e para a interação da adubação com a cobertura morta. Entretanto, houve efeito significativo para adubação. Assim, observa-se na Tabela 5, o desdobramento do efeito da adubação para os 21, 28, 36, 49, 57 e 62 DAT.

Ainda na mesma Tabela 5, verifica-se que a adubação orgânica foi que proporcionou em média menores alturas de planta e aos 62 DAT a adubação mineral apresentou o maior

valor em média de 32,46 cm. No entanto, comparando a testemunha com as adubações, verifica-se que só houve diferença significativa para adubação orgânica aos 36 DAT.

A cobertura morta com materiais orgânicos com alta relação C/N (Carbono/Nitrogênio) pode prejudicar o desenvolvimento das plantas quanto à deficiência de N no solo e, aliada ainda a uma baixa concentração de N mineral disponível no solo, para atender à demanda dos micro-organismos no processo de decomposição, pode comprometer a nutrição nitrogenada das lavouras (CALVO et al., 2010).

Diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho, Sediya et al. (2011), avaliando a produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica, constataram que a cobertura com bagaço de cana-de-açúcar proporcionou menor altura de plantas em relação à cobertura com palha de café e ausência de cobertura do solo.

A testemunha durante os dias de medições realizadas revelou maiores valores em média que a adubação orgânica. Isto pode ser explicado pela boa condição de fertilidade do solo verificada na Tabela 1, que proporcionou um bom crescimento da planta mesmo sem aplicação de adubação de plantio.

Tabela 5. Média de altura de plantas medidas ao longo do ciclo de cultivo

Abubação	21	28	36	49	57	62
	AP (cm)					
Mineral	16,60 ab	22,87 a	29,16 a	31,59 a	32,18 a	32,46 a
Organomineral	17,17 a	23,24 a	28,66 a	30,79 a	30,39 a	30,63 a
Orgânica	15,51 b	19,71 b	24,98 b	26,46 b	26,10 b	26,52 b
Testemunha	15,96 ab	21,65 ab	28,32 a	29,45 ab	29,68 ab	29,39 ab
Média	16,31	21,86	27,78	29,57	29,59	29,75
CV	8,83	9,43	10,32	10,27	12,14	13,10

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna são iguais estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de variação e AP – Altura de planta.

De acordo com a análise de variância para os componentes do rendimento do repolho, não houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para o fator isolado da cobertura morta e para a interação da adubação com a cobertura morta. Entretanto, só houve efeito significativo para adubação.

Na Tabela 6 verifica-se o desdobramento do efeito da adubação sobre os componentes de produção do repolho. Pode-se verificar que a testemunha só diferiu dos tratamentos com adubação mineral e organomineral para as variáveis produção (Pr), peso médio de cabeça (PMC), diâmetro horizontal e vertical de cabeça (DHC e DVC), índice de formato de cabeça (IFC) e eficiência do uso da água (EUA), porém o número de folhas não foi significativo para nenhum dos tratamentos. Verificou-se também que só houve diferença significativa entre as adubações utilizadas para o DHC, entre a adubação mineral e orgânica.

Tabela 6. Componentes de produção do repolho em função dos tratamentos adotados

Adubação	PMC	Pr	DHC	DVC	IFC	NF	EUA
	(g)	(t ha ⁻¹)	(cm)	(cm)			(kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
Mineral	1470,10 a	73,51 a	17,56 a	12,67 a	0,75 a	14,21 a	176,66 a
Organomineral	1372,60 a	68,63 a	17,16 ab	12,56 a	0,75 a	13,92 a	164,94 a
Orgânica	1190,50 ab	59,53 ab	15,89 bc	11,95 ab	0,73 ab	13,58 a	143,07 ab
Testemunha	958,40 b	47,92 b	14,93 c	11,23 b	0,72 b	13,42 a	115,17 b
Média	1247,88	62,39	16,38	12,10	0,74	13,78	149,96
CV (%)	22,2	22,2	8,44	7,57	3,24	9,14	22,2

Médias seguidas pelas mesmas letras são iguais estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação; Pr – Produtividade; PMC – Peso médio de cabeça; DHC – Diâmetro horizontal de cabeça; DVH – Diâmetro vertical de cabeça; IFC – Índice de formato de cabeça; NF – Número de folhas; EUA – Eficiência do uso da água.

Concordando com esses resultados encontrados, Silva et al. (2012) verificaram que não houve diferença significativa entre a adubação orgânica e a convencional (esterco bovino e NPK), para peso médio de túberas comerciais de inhame, porém, a produtividade total de túberas apresentou diferença significativa.

Com relação à produtividade do repolho, o tratamento com adubação mineral foi o que proporcionou a maior produtividade em média de 73,50 t ha⁻¹, tendo havido um aumento de 53,38% na produção em comparação com a testemunha. Entretanto, a adubação organomineral e orgânica apresentaram aumentos de 43,22 e 24,23%, respectivamente.

Isso demonstra que apesar do solo apresentar boas condições de fertilidade, a adubação é relevante, pois grande parte desses nutrientes muitas vezes não estão disponíveis a planta.

Verifica-se que as produtividades foram adequadas e superiores às obtidas por Moura et al. (2006). Entretanto, este resultado pode, em parte, ser explicado pela densidade mais alta utilizada neste experimento (5 plantas m⁻²).

Ao contrário dos resultados encontrados para a produtividade do repolho, Carvalho et al. (2011a), trabalhando com a mesma cultura e cultivar com cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação, obtiveram diferença significativa para a produtividade, sendo esta componente menor que os valores encontrados para este trabalho.

Com relação ao peso médio de cabeça (PMC), observa-se que os valores variaram de 958,40 a 1470,10 g, sendo os tratamentos com adubação mineral e orgânica os que apresentaram o maior e o menor PMC, respectivamente. Verifica-se que a testemunha diferiu estatisticamente da adubação mineral e organomineral, porém não diferiu da adubação orgânica.

Branco et al. (2010) avaliaram o cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo, observaram que os híbridos de repolho Kenzam e Ombrios foram mais produtivos (897,18 e 1059,08 g), quando cultivados no solo coberto com mulching plástico do que no cultivo em solo coberto com palha. Esses valores foram superiores aos encontrados neste trabalho apenas para a testemunha.

Corroborando com os resultados encontrados, Moura et al. (2006) não obtiveram diferença de produção de massa fresca do repolho quando irrigado por aspersão, em dois períodos de irrigação diários (às 12 e 18 horas) e cultivado em solo com ou sem cobertura. Entretanto, quando se utilizou irrigação por sulco a cobertura vegetal proporcionou maior produção de massa fresca. Neste caso, o maior valor de massa fresca foi de 528 g, ficando abaixo dos resultados deste experimento, justificando-se por ter sido cultivado em condições de densidade de plantio menor e também por ter-se utilizado outro híbrido, no caso o Astrus.

Carvalho et al. (2011a), avaliando o mesmo híbrido de repolho, verificaram efeito positivo da cobertura morta sob o peso médio de cabeça (911,33 g) em comparação a ausência de cobertura morta (802,51 g). Verifica-se que esses valores foram inferiores aos encontrados neste trabalho, entretanto, ao contrário dos resultados encontrados, Fontanétti et al. (2006), que observaram massa fresca de cabeça comercial do híbrido Kenzam de 1.215 a 1.960 g, sendo o maior valor relacionado ao tratamento com vegetação espontânea seguido pela crotalária.

Moreira et al. (2011) investigaram o comportamento do híbrido de repolho Shutoku com adubação mineral em função de diferentes doses de nitrogênio, e obtiveram para massa

fresca de cabeça valor máximo de 1.130 g, para uma dose de 277,8 kg N ha⁻¹, em comparação com os tratamentos que utilizando adubação organomineral, mineral e orgânica; deve-se salientar que o valor mencionado foi inferior aos encontrados nesta pesquisa.

Os valores de PMC para os tratamentos atingiram os padrões do mercado consumidor brasileiro, que é de 1000 a 1500 g de massa fresca comercial. Entretanto, a testemunha, apesar de ter apresentado valor levemente abaixo (958,40 g) dos valores recomendados para comercialização, não teve sua aceitação comprometida no mercado local.

Com relação ao diâmetro horizontal de cabeça (Tabela 6), verifica-se que houve diferença significativa entre a testemunha em comparação com a adubação mineral e organomineral. Os valores variaram de 14,93 a 17,56 cm com valor máximo para a adubação mineral. Para o diâmetro vertical de cabeça (DVC), também foi observada diferença entre a testemunha em comparação com a adubação mineral e orgânica. Verifica-se que os valores para a componente DVC variaram de 11,23 a 12,67, apresentando valor máximo (12,67 cm) para a adubação mineral.

Através da relação entre o DVC e DHC pode-se avaliar o índice de formato de cabeça (IFC) (Tabela 6), verifica-se que a adubação mineral e organomineral foram estatisticamente diferente ($p > 0,05$) da testemunha, apresentando uma variação de 0,72 a 0,75. Quanto mais próximo de 1, mais redonda é a cabeça do repolho, indicando cabeças levemente achatadas.

Moura et al. (2006), avaliando a cultura do repolho sob diferentes métodos de irrigação e do uso de cobertura, encontraram valores superiores para o IFC, sendo que a irrigação em sulco descoberto diferiu estatisticamente da irrigação por aspersão em solo descoberto com resfriamento às 12h, originando cabeças mais arredondadas. Discordando dos resultados encontrados neste trabalho, Carvalho et al. (2011a) não observaram diferença significativas para as componentes DHC, DVC e IFC, com valores abaixo dos encontrados nesta pesquisa. Marouelli et al. (2010) também não verificaram efeito significativo das componentes DHC e DVC na cultura do híbrido de repolho ‘Astrus’; no entanto, os valores encontrado por esses autores foram superiores 22,4 e 17,6 cm, respectivamente, aos mencionados na Tabela 6.

De modo geral, todos os tratamentos proporcionaram o desenvolvimento de uma vegetação basal abundante, sem diferença significativa ($p > 0,05$) no que se refere ao número de folhas entre os tratamentos (Tabela 6). Esses resultados corroboram com Moura et al (2006), que não encontraram efeito significativo sobre esta mesma variável.

Quanto à eficiência do uso da água (EUA) (Tabela 6), observa-se que esta variável foi idêntica a produtividade, peso médio de cabeça e diâmetro horizontal de cabeça, em termos de diferença significativa entre os tratamentos adotados. Comparando os tratamentos com adubação mineral com a testemunha, onde se obteve os maiores valores de EUA, verificou-se um ganho de $61,49 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

Contrário aos resultados, Carvalho et al. (2011a) verificaram aumentos na EUA ($6,87 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) na presença de cobertura morta em relação ao cultivo na ausência de cobertura morta. Da mesma forma, Carvalho et al. (2011b), avaliando o manejo da irrigação associada a coberturas mortas de gliricídia e capim-cameroon, e ausência de cobertura morta no cultivo orgânico da beterraba, observaram valores máximos relativos de EUA de 32,86; 21,01 e 17,85 kg m^{-3} , respectivamente, para o manejo com cobertura de gliricídia, capim-cameroon e na ausência de cobertura morta, observando diferença significativa entre a cobertura de gliricídia e ausência de cobertura morta.

CONCLUSÕES

A utilização da adubação mineral, organomineral e orgânica proporcionaram elevados valores de produtividade, peso médio de cabeça, diâmetro horizontais de cabeça e uso eficiente da água.

A adubação orgânica com esterco de curral demonstrou ser uma alternativa viável na produção de pesos médios de cabeça e produtividade do repolho nas condições edafoclimáticas do Agreste Pernambucano irrigado por microaspersão em agricultura familiar.

A cobertura morta de 9 t ha^{-1} não proporcionou efeitos significativos na produtividade e componentes de produção do repolho Midore, adotando-se turno de rega diário, embora tenha influenciado significativamente a umidade do solo ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E.R.; SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; FRAGA, V.S.; SAMPAIO, E.V.S.B. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.890-895, 2011.

BORCHARTT, L.; SILVA, I.F.; SANTANA, E.O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L.E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.482-487, 2011.

BRANCO, R.B.F.; SANTOS, L.G.C.; GOTO, R.; ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C.S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.75-80, 2010.

CALVO, C.L.; FOLONI, J.S.S.; BRANCALIÃO, S.R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v.69, p.77-86, 2010.

CARVALHO, D.F.; NETO, D.H. O.; RIBEIRO, R.L.D.; GUERRA, J.G.M.; ROUWS, J.R.C. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.269-277, 2011b.

CARVALHO, J.F.; MONTENEGRO, A.A.A.; SOARES, T.M.; SILVA, E.F.F.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.256-263, 2011a.

CAVALCANTE, F.J. de A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. (2ª aproximação) 3.ed. revisada. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA, 2008. 212p.

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

DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, Irrigation and Drainage Paper, 33. 1986.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 402p.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K. MORAES, S.R. G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.146-150, 2006.

MAUROUELLI, W.A.; ABDALLA, R.P.; MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, R.F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.369-375, 2010.

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 e Ambiental**, v.10, 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. **Ciência Agrotécnica**, v.31, p.731-738, 2007.

MOREIRA, M.A.; VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.117-121, 2011.

MOURA; E.G; REZENDE, K.D.A.; ARAÚJO, 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**, v.24, p.410-413, 2006.

SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A.; SILVA, D.D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.670-679, 2011.

SAS. **The SAS System for windows**: Release version: 6.8, 3.ed. Cary, 1998. CD-Rom.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R.; VIDIGAL, S.M.; SALGADO, L.T. Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.883-889, 2011.

SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; SANTOS, M.R.; SALGADO, L.T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.294-299, 2009.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, G.S.; CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, A.N.P.; ARAÚJO, M.A.M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.253-257, 2012.

SOUZA, A.P.; LIMA, M.E.; CARVALHO, D.F.; ANDRADE, I.P.S.; ROCHA, H.S.; SILVA, L.B.D. Umidade do solo e vegetação em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.127-139, 2011b.

SOUZA; E.R; MONTENEGRO, A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.; MATOS, J.A. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v.99, p.26-32, 2011a.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J.L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M.; PARRADO, J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, v.99, p.1758-1767, 2008.

CAPÍTULO III

**INFLUÊNCIA DAS DIFERENTES ADUBAÇÕES E COBERTURA MORTA NA
QUALIDADE QUÍMICA DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM REPOLHO
IRRIGADO COM ÁGUA MODERADAMENTE SALINA**

RESUMO

SANTOS, E. S, Dr., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Fevereiro, 2014. **Influência das diferentes adubações e cobertura morta na qualidade química do solo em área cultivada com repolho.** Orientador: Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.

Objetivo deste trabalho foi avaliar os diferentes tipos de adubação e uso de cobertura morta sobre atributos químicos do solo, CE, pH, Na, Ca, Mg, K, SB, RAS, PST, COT e ECOT cultivado com repolho em lote irrigado em Neossolo Flúvico, em região semiárida, irrigado por microaspersão, com turno de rega diário. Os tratamentos foram arranjos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema 4 x 2, correspondendo a quatro fontes de adubação e dois tipos de cobertura do solo (ausência de cobertura morta e presença com densidade de 9 t ha⁻¹), com quatro repetições. As quatro adubações foram: adubação organomineral (Takamix OM); adubação mineral (Uréia, Superfosfato simples e cloreto de potássio); adubação orgânica (20 t ha⁻¹ de esterco de curral) e sem adubação (testemunha). Os tratamentos não foram significativo para os teores de matéria orgânica, carbono orgânico e estoque de carbono, apenas a profundidade foi significativa.

Palavras-chaves: carbono orgânico, razão de adsorção de sódio, *Brassica oleraceae*

ABSTRACT

SANTOS, E. S, Dr., Universidade Federal Rural de Pernambuco; Fevereiro, 2014. **Influence of different fertilizer and mulch on chemical soil quality in the area cultivated with cabbage.** Advisor: Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.

Objective of this study was to evaluate the different types of fertilizer and mulch use of chemicals on soil attribute, electrical conductivity (EC), pH, sodium (Na), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), sum of bases (SB), sodium adsorption ratio (SAR), exchangeable sodium percentage (ESP), total organic carbon (TOC), organic matter (OM) and total organic carbon stock (TOCS) with cabbage grown in irrigated plot in Entisol in semiarid region, micro sprinkler irrigation system with daily irrigation. Treatments were arranged in a randomized block design, in 4 x 2, corresponding to four levels of fertilization and two levels of soil cover (mulch absence and the presence of a density of 9 t ha⁻¹), with four replications. The four fertilization were: organic mineral fertilizer (Takamix OM), mineral fertilizer (urea, single superphosphate and potassium chloride), organic manure (20 t ha⁻¹ of farmyard manure) and (without fertilization). The treatments were not significant for soil organic matter, organic carbon and carbon, only the depth was significant.

Key words: organic carbon, sodium adsorption ratio, *Brassica oleraceae*

INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea var. capitata*) é hortaliça herbácea, com folhas arredondadas e cerosas, formando uma cabeça compacta. Ao longo do tempo, foi obtido cultivares adaptadas a temperaturas elevadas, ampliando conseqüentemente os períodos de plantio e de colheita. Assim, pela escolha criteriosa da cultivar, a época de plantio estende-se ao longo do ano, em diversas regiões produtoras (FILGUEIRA, 2007).

A salinização do solo é um dos problemas mais sérios para agricultura irrigada nas regiões semiáridas e áridas, podendo ser causada por sais dissolvidos na água de irrigação, excesso de adubação química ou através da própria constituição de minerais do solo através do intemperismo (HORNEY et al., 2005). Em excesso, os sais prejudicam o crescimento das plantas, em virtude dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo.

Vários são os perímetros irrigados no Nordeste brasileiro que apresentam problemas de degradação física e química dos solos (MEIRELES et al., 2003; AGUIAR NETTO et al., 2007) indicando que, além de quesitos sociais e econômicos, a expansão da agricultura irrigada deve considerar aspectos relacionados à qualidade no manejo da água e do solo (HREN & FELTZ, 1998; DENG et al., 2006). Alguns índices que avaliam a degradação e a produtividade nos agroecossistemas têm sido baseados no monitoramento de alguns atributos físicos e químicos do solo (DORAN & PARKIN, 1994; van DIEPENINGEN et al., 2006).

Avaliando diferentes sistemas de manejo, Klein & Libardi (2002) constataram que em área irrigada houve maiores valores de densidade do solo que aquelas sob mata e sequeiro. Por sua vez, Michelon et al. (2009) encontraram, através de atributos como densidade e macroporosidade do solo, indícios de compactação em várias áreas irrigadas do Brasil Central. Alguns atributos químicos também são afetados pela prática de irrigação, dentre os quais se tem o pH, capacidade de troca catiônica e cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) e matéria orgânica do solo (LIMA et al., 2009; ASSIS et al., 2010). A avaliação da qualidade do solo através do comportamento dos atributos físicos e químicos em diferentes situações de dimensionamento e tipos de irrigação, práticas de manejo, qualidade de água e especificidades das culturas, constitui a base para a identificação de alternativas sustentáveis ajustadas à condição semiárida.

O acúmulo de sais no solo depende também das suas propriedades físicas e, sobretudo, das condições de drenagem e do balanço de água e de sais na zona radicular (DIAS et al.,

2005). Desse modo, dependendo da salinidade da água e do solo, é recomendável a adoção de uma fração de lixiviação, associada a um sistema de drenagem adequado.

Souza et al. (2008a), cultivando cenoura irrigada por microaspersão na área do presente trabalho, estudaram o efeito da cobertura morta de restos de feijão com densidade de 9 Mg ha⁻¹ e observaram valores estatisticamente superiores para a maioria das umidades nas profundidades de 20 e 40 cm, quando se adotou cobertura morta. Do mesmo modo, Souza et al. (2008b), pesquisando os efeitos da mesma cobertura sobre a salinidade, RAS e PST, no cultivo de cenoura, também constataram valores estatisticamente menores quando a cobertura foi adotada.

O carbono orgânico do solo (COS) é o principal componente da matéria orgânica do solo (MOS), recebendo grande atenção por sua importância na fertilidade e demais atributos do solo, bem como por seu potencial como mitigador parcial de emissões antropogênicas de CO₂ (LAL, 2008). Entretanto, o estudo do COS é complexo devido à sua ampla variação no ambiente, pois sua quantidade e qualidade são funções de fatores externos (relevo, clima, vegetação e uso da terra) e internos ao solo, como textura, mineralogia e estrutura (RESCK et al., 2008). Essa variabilidade também é acrescida pelo fato de que teores e composição funcional do COS variam muito em profundidade (RUMPEL & KÖGEL-KNABNER, 2011), refletindo o balanço entre quantidades de C aportado e estabilizado. Apesar de sua importância, há escassez generalizada de dados sobre o comportamento dos teores de COS ao longo do perfil do solo, doravante chamados simplesmente perfis de COS. Isso dificulta a estimativa de estoques regionais de COS e a compreensão da sorção de íons na zona de vadosa, entre outros processos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os diferentes tipos de adubação e uso de cobertura morta sobre atributos químicos de um Neossolo Flúvico tais como, condutividade elétrica (CE), pH, sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), soma de bases (SB), Relação de adsorção de sódio (RAS), Carbono orgânico total (COT) e Estoque de carbono orgânico total (ECOT) cultivado com repolho em lote irrigado no semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Pesqueira, região Agreste de Pernambuco, no Assentamento Rural Nossa Senhora do Rosário, situada na coordenada geográficas 8° 15' e 8° 30' de Latitude Sul, 31° 45' e 37° 00' de Longitude Oeste de Greenwich. O clima é semiárido muito quente (Bsh), segundo Köppen. A precipitação média anual é de 607 mm, a temperatura média é de 23°C e a evapotranspiração potencial é de cerca de 2.000 mm por ano (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2006).

O solo é caracterizado como Neossolo Flúvico. Para a determinação das frações granulométricas antes do cultivo do repolho, adotou-se o método da pipeta, descrito pela EMBRAPA (1997), cujos valores se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Composição da granulometria e densidade do solo da área experimental nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m

Profundidade (m)	Argila	Silte	Areia	Classe textural	Ds (g cm ⁻³)	Θ_{cc} cm ³ cm ⁻³	Θ_{pp} cm ³ cm ⁻³
0-0,20	149,68	515,39	334,83	Franco siltoso	1,52	0,27	0,12
0,20-0,40	169,79	492,10	345,28	Franco	1,49	0,25	0,11

Θ_{cc} – Umidade na capacidade de campo; θ_{pp} – Umidade no ponto de murcha permanente

No período de estudo, de 22 de dezembro de 2011 a 13 de março de 2012, foram registrados valores de temperatura do ar entre 15,7 e 33,8°C e precipitação total de 120,6 mm. As profundidades do nível do lençol freático local, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, foram de 1,61; 2,86; 2,79 e 2,80 m, respectivamente, e a condutividade elétrica da água de irrigação, igual a 1,01, 0,99, 0,94 e 0,91 dS m⁻¹, respectivamente.

Delineamento

Os tratamentos foram arranjos em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, correspondendo a quatro níveis de adubação e dois níveis de cobertura do solo (ausência e presença de cobertura morta, com densidade de 9 t ha⁻¹), com quatro repetições.

Cada bloco possuía 18 m de comprimento e 15 m de largura. As quatro adubações foram: adubação organomineral (Takamix OM); adubação mineral (Uréia, Superfosfato simples e cloreto de potássio); adubação orgânica (20 t ha⁻¹ de esterco de curral) e sem adubação (testemunha). Cada tratamento possuía uma área útil de 3 x 2 m, sendo eles: T1 - A1CM – Adubação organomineral com cobertura morta; T2 - A1SCM - Adubação organomineral sem cobertura morta; T3 - A2CM – Adubação mineral com cobertura morta; T4 - A2SCM - Adubação mineral sem cobertura morta; T5 - A3CM – Adubação orgânica com cobertura morta; T6 - A3SCM - Adubação orgânica sem cobertura morta; T7 - A4CM – Sem adubação com cobertura morta e T8 - A4SCM - Sem adubação sem cobertura morta (testemunha).

Condução do experimento

O preparo da área experimental consistiu em operação de aração e gradagem mecanizada. Cultivou-se um híbrido de repolho denominado ‘Midore’ no espaçamento de 0,5 x 0,4 m. As mudas foram transplantadas quando apresentaram de 3 a 4 folhas definitivas, aos 21 dias após semeio (22/12/2011).

A adubação orgânica, organomineral e mineral foi realizada dois dias antes do transplante. A formulação para adubação com organomineral e mineral foi calculada com base na análise de solo para a camada de 0-0,2 m (Tabela 2), que corresponderam às quantidades de 159, 222,22 e 66,67 kg ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente e seguindo as necessidades da cultura, conforme as recomendações para a cultura do repolho no Estado de Pernambuco (CAVALCANTE, 2008). Com relação à adubação orgânica (esterco de curral), abriram-se covas e adubou-se com uma quantidade de 400 g de esterco, correspondente a 20 t ha⁻¹ para uma densidade de plantio de 50.000 plantas ha⁻¹.

Tabela 2. Análise de fertilidade do solo na camada de 0–0,2 m

pH	P	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V	CO
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³						%	g kg ⁻¹		
7,40	320	4,25	2,00	1,07	0,69	0,00	2,93	8,01	10,94	73,22	12,28

CTC – Capacidade de troca de cátions; V – Saturação por bases; S – Soma de bases e CO – Carbono orgânico

Aplicações foliares de cálcio e boro foram realizadas aos 50, 58 e aos 67 dias após transplante (DAT) e aplicados 150 L de calda da solução, dos quais 0,375 L foram do produto

comercial CAB10 que contém, em sua composição 0,08 L de cálcio e 0,02 L de boro, conforme recomenda Filgueira (2007), e realizaram-se capinas periódicas para controlar ervas daninha.

A cobertura morta foi adicionada 15 dias após transplante (DAT), utilizando capim elefante triturado, da variedade “Roxo de Botucatu”, cobrindo toda área útil com o respectivo tratamento.

Manejo da irrigação

O método de irrigação utilizado foi do tipo microaspersão, com 100% da área molhada, adotando um turno de irrigação diário.

As lâminas de irrigação adotadas foram baseadas na evapotranspiração da cultura (ETc), estimada a partir de leituras diárias em Tanque Classe A, conduzidas pelo próprio agricultor, utilizando-se coeficiente de tanque de acordo com condições locais de vento, umidade relativa e bordadura, igual a 0,75, e coeficientes de cultura (Kc) segundo Doorenbos & Kassan (1986).

A água utilizada na irrigação da área experimental foi captada de poço tipo Amazonas, sendo analisada para os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , pH, condutividade elétrica (CE) e determinou-se a RAS, conforme pode ser visto na Tabela 3. Para o manejo da irrigação, adotou-se uma fração de lixiviação de 20%, que de acordo com Carvalhor et al. 2011, demonstrou satisfatória para a lixiviação dos sais para baixo da zona radicular. No cálculo do tempo de aplicação das lâminas requeridas foi considerado o resultado do teste do sistema de irrigação, particularmente quanto à eficiência de aplicação ($E_a = 83\%$), a uma pressão de 150 kPa.

Tabela 3. Análise química da água usada na irrigação

Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	CE a 25 °C	pH	RAS
mmol _c L ⁻¹				dS m ⁻¹		(mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}
0,76	0,83	6,33	0,35	1,3	7,5	7,11

Monitoramento da salinidade do solo

A condutividade elétrica (CE), pH, sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), relação de adsorção de sódio (RAS), foram avaliados abaixo da região radicular da cultura, sendo avaliada através da solução do solo. No entanto, foi instalado na profundidade de 0,30 m do solo, extratores de cápsulas porosas, utilizando de três repetições, ou seja, um total de 24 parcelas que foram monitoradas, das 32 existentes no experimento. Foi promovida uma tensão de aproximadamente 80 kPa por meio de uma bomba de vácuo manual nos extratores seis horas após o término da irrigação. Dezoito horas após a aplicação do vácuo, com o auxílio de uma seringa de 250 ml e uma borracha de silicone acoplada à mesma realizou-se as coletas da solução do solo, num total de oito campanhas.

As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade de 60 ml, sendo as mesmas transportadas para o Laboratório de Água e Solo da UFRPE, onde se realizou as análises químicas. As leituras de CE foram realizadas por um condutivímetro de bancada da marte - MB11, o pH foi determinado por um medidor de pH. O potássio e o sódio foram determinados por fotômetro de chama, o cálcio e o magnésio por titulometria com EDTA 0,01 M de acordo com metodologia da EMBRAPA (1997).

Determinação do carbono orgânico total

Realizaram-se duas amostragens de solo, aos 19 e 79 dias após transplante, nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m para avaliar o carbono orgânico total e PST. O carbono orgânico total do solo (COT) foi quantificado de acordo com o método Walkley-Black (Yeomans & Bremner, 1988).

Com os teores de carbono foi determinado o estoque de carbono nas profundidades avaliadas de acordo com a Equação (1) (Bernoux et al., 2002).

$$\text{COT} = D_s \times A \times Q \quad (1)$$

em que:

ECOT - é o estoque de C do solo convertido em hectare (Mg ha^{-1});

D_s - densidade do solo (g cm^{-3});

A - a espessura da camada amostrada (cm);

Q - teor de C do solo (%).

No tocante a densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico em cada parcela experimental, nas profundidades de 0,20 e 0,40 m.

Análise estatística

Os dados foram analisados no sistema computacional SAS (1998) e interpretados com base nas significâncias das análises de variância, pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com análise de variância para os parâmetros avaliados carbono orgânico total (COT) e estoque de carbono orgânico total no solo (ECOT) pode-se verificar que só houve efeito significativo para as profundidades avaliadas ao nível de probabilidade de 5% (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para os dados de carbono orgânico total (COT), matéria orgânica (MO) e estoque de carbono orgânico total do solo (ECOT) com nível de probabilidade 5%.

FV	Pr > F			
	19 DAT		79 DAT	
	COT	ECOT	COT	ECOT
A	0,489 ^{NS}	0,4825 ^{NS}	0,4922 ^{NS}	0,5030 ^{NS}
C	0,6783 ^{NS}	0,6735 ^{NS}	0,4084 ^{NS}	0,4410 ^{NS}
P	<,0001 ^S	<,0001 ^S	0,0001 ^S	0,0001 ^S
A x C	0,1514 ^{NS}	0,1458 ^{NS}	0,1347 ^{NS}	0,1299 ^{NS}
A x P	0,9552 ^{NS}	0,9602 ^{NS}	0,6089 ^{NS}	0,6036 ^{NS}
C x P	0,5979 ^{NS}	0,5917 ^{NS}	0,9884 ^{NS}	0,9807 ^{NS}
A x C x P	0,7536 ^{NS}	0,7715 ^{NS}	0,8810 ^{NS}	0,8835 ^{NS}

NS – não significativo; S – significativo; A – adubação; C – cobertura; P – profundidade; FV – Fontes de variação.

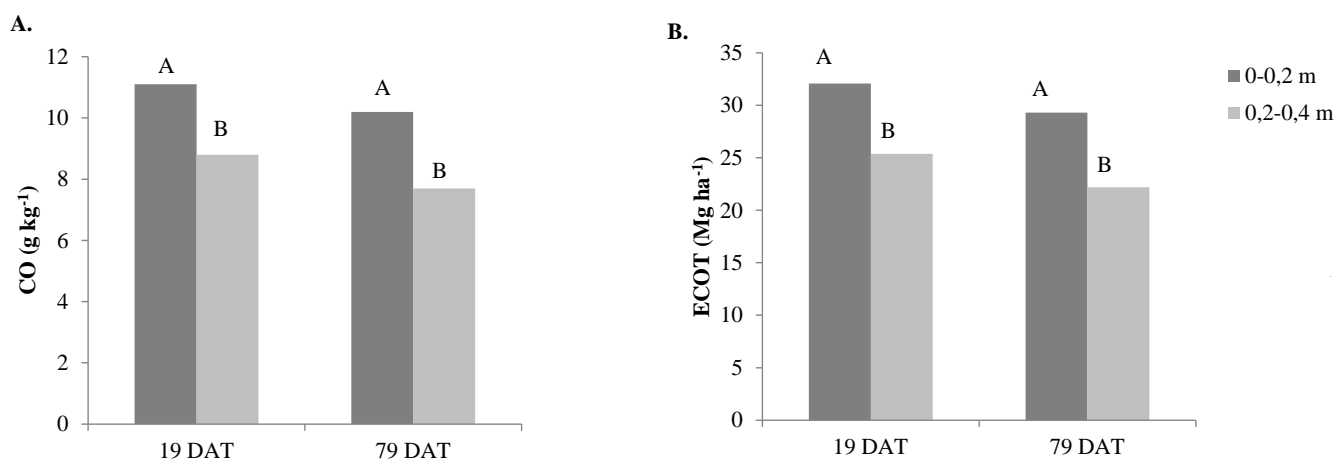
Na Figura 1A pode-se observar a diferença das médias para o carbono orgânico total do solo nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m aos 19 dias após transplante das mudas de repolho e três dias após a aplicação da cobertura morta de 9 t ha⁻¹ de capim elefante triturado.

Aos 19 DAT a média do COT foi de 11,1 e 8,8 g kg⁻¹ e aos 79 DAT esta média foi de 10,2 e 7,7 g kg⁻¹, para as profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente, ocorrendo uma redução de 20,72 e 24,50% para os 19 e 77 DAT, respectivamente. Verificou-se um coeficiente de variação de 15,24 e 21,99% para os 19 e 79 DAT, respectivamente, indicando que houve uma média e alta variação dos dados.

Para o estoque de carbono orgânico total nas profundidades avaliadas, a média foi de 32,08 e 25,38 Mg ha⁻¹ aos 19 DAT e 29,31 e 22,19 Mg ha⁻¹ aos 79 DAT para as profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m (Figura 1B). Houve uma redução no ECOT de 20,89 e 24,92% aos 19 e 77 DAT.

Corroborando com este resultado, Hickmann & Costa (2012), em um experimento conduzido por 23 anos sob sistema de plantio direto, também verificaram redução no ECOT no perfil de 0 a 40 cm com variação de 9,23 a 5,59 Mg ha⁻¹, sendo estes valores baixos dos encontrados nesta pesquisa.

De acordo com os teores de CO encontrados, podem ser classificados como médios para a amostragem realizada aos 19 e 79 DAT para a profundidade de 0-0,20 m e baixos teores para a profundidade de 0,2-0,4 m.



Letras maiúsculas diferentes diferem estatisticamente pelo teste t ($p < 0,05$) nas profundidades em cada período avaliado.

Figura 1. Média dos teores de carbono orgânico total (A) e estoque de carbono orgânico total do solo (B) da área experimental.

Dantas et al. (2012), sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi – CE, também verificaram reduções nos teores de carbono orgânico total (COT) nos primeiros 5 cm de profundidade. Em geral, houve tendência de decréscimo nos teores desses elementos com a profundidade. Ainda esses mesmos autores verificaram que para a área com cultivo perene irrigado com banana, verificaram que entre 0-5 cm de profundidade houve redução de 19% do COT em relação à vegetação natural próxima à banana irrigada. Na área de cultivo irrigado com milho/soja esta redução chegou a 40% quando comparada com vegetação natural próxima ao milho irrigado.

De acordo com Fialho et al. (2006), o decréscimo do COT no solo está relacionado com o aumento do quociente microbiano em áreas cultivadas. A redução do COT com o cultivo tem efeito negativo sobre a qualidade do solo, refletindo na ciclagem de nutrientes e atividade da biota (LEITE et al., 2010).

De acordo com a análise de variância (Tabela 5), pode-se constatar efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para a interação entre os fatores adubação x cobertura (A x C) para condutividade elétrica (CE) e sódio (Na^+) aos 21 DAT. Para o efeito da adubação (A) só houve efeito significativo para o pH aos 77 DAT e para o cálcio (Ca^{2+}) aos 21 DAT. No entanto, para os teores de potássio (K^+) e magnésio (Mg^{2+}) não foi verificado efeito significativo para nenhum dos dias após o transplante. Os teores de K^+ e Mg^{2+} variaram em média de 0,09 a 0,05 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$ e 2,58 a 5,19 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 5. Probabilidade para a condutividade elétrica (CE), pH, cálcio (Ca²⁺), Magnésio (Mg²⁺), sódio (Na⁺) e potássio (K⁺) ao longo dos dias após transplante das mudadas de repolho

	DAT							
	21	28	36	41	48	56	64	77
	Pr > F							
	CE							
A	0,1399 ^{NS}	0,9217 ^{NS}	0,9786 ^{NS}	0,823 ^{NS}	0,9848 ^{NS}	0,9799 ^{NS}	0,9405 ^{NS}	0,8336 ^{NS}
C	0,4726 ^{NS}	0,9309 ^{NS}	0,6231 ^{NS}	0,0996 ^{NS}	0,2068 ^{NS}	0,1313 ^{NS}	0,3014 ^{NS}	0,1789 ^{NS}
A x C	0,0472 ^S	0,5403 ^{NS}	0,7048 ^{NS}	0,3927 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,5521 ^{NS}	0,6172 ^{NS}	0,6418 ^{NS}
CV	25,78	29,38	31,04	26,04	30,86	35,42	43,48	47,21
	pH							
A	0,9803 ^{NS}	0,8324 ^{NS}	0,1524 ^{NS}	0,9568 ^{NS}	0,4338 ^{NS}	0,1064 ^{NS}	0,7265 ^{NS}	0,037 ^S
C	0,4795 ^{NS}	0,6609 ^{NS}	0,9854 ^{NS}	0,7044 ^{NS}	0,1393 ^{NS}	0,9589 ^{NS}	0,827 ^{NS}	0,3611 ^{NS}
A x C	0,312 ^{NS}	0,8774 ^{NS}	0,215 ^{NS}	0,48 ^{NS}	0,4703 ^{NS}	0,1988 ^{NS}	0,9915 ^{NS}	0,6629 ^{NS}
CV	2,79	1,73	2,79	2,34	2,57	1,47	1,49	1,36
	Ca ²⁺							
A	0,0215 ^S	0,6526 ^{NS}	0,5917 ^{NS}	0,9538 ^{NS}	0,4474 ^{NS}	0,8351 ^{NS}	0,8906 ^{NS}	0,7345 ^{NS}
C	0,093 ^{NS}	0,4415 ^{NS}	0,9655 ^{NS}	0,1867 ^{NS}	0,7341 ^{NS}	0,219 ^{NS}	0,1986 ^{NS}	0,1925 ^{NS}
A x C	0,0444 ^S	0,2277 ^{NS}	0,4707 ^{NS}	0,9057 ^{NS}	0,3144 ^{NS}	0,5817 ^{NS}	0,5141 ^{NS}	0,7905 ^{NS}
CV	24,51	30,34	31,02	29,23	58,34	52,56	61,71	59,77
	Mg ²⁺							
A	0,41 ^{NS}	0,8412 ^{NS}	0,1596 ^{NS}	0,2645 ^{NS}	0,2298 ^{NS}	0,907 ^{NS}	0,6319 ^{NS}	0,5661 ^{NS}
C	0,7744 ^{NS}	0,8627 ^{NS}	0,2731 ^{NS}	0,4505 ^{NS}	0,3789 ^{NS}	0,1073 ^{NS}	0,2153 ^{NS}	0,0513 ^{NS}
A x C	0,0584 ^{NS}	0,6178 ^{NS}	0,1366 ^{NS}	0,3252 ^{NS}	0,9579 ^{NS}	0,7562 ^{NS}	0,7211 ^{NS}	0,3481 ^{NS}
CV	37,92	50,5	36,28	44,04	49,31	62,27	49,87	42,69
	Na ⁺							
A	0,096 ^{NS}	0,7047 ^{NS}	0,9523 ^{NS}	0,9526 ^{NS}	0,1152 ^{NS}	0,9065 ^{NS}	0,7511 ^{NS}	0,7633 ^{NS}
C	0,5407 ^{NS}	0,8938 ^{NS}	0,8861 ^{NS}	0,4775 ^{NS}	0,7666 ^{NS}	0,1963 ^{NS}	0,1929 ^{NS}	0,2044 ^{NS}
A x C	0,0206 ^S	0,2833 ^{NS}	0,9572 ^{NS}	0,4922 ^{NS}	0,558 ^{NS}	0,4697 ^{NS}	0,5453 ^{NS}	0,4585 ^{NS}
CV	22	24,35	23,78	23,22	37,11	26,2	36,24	30,48
	K ⁺							
A	0,2773 ^{NS}	0,9465 ^{NS}	0,8344 ^{NS}	0,755 ^{NS}	0,5799 ^{NS}	0,7737 ^{NS}	0,8632 ^{NS}	0,7805 ^{NS}
C	0,4926 ^{NS}	0,1425 ^{NS}	0,298 ^{NS}	0,4397 ^{NS}	0,3373 ^{NS}	0,3856 ^{NS}	0,3396 ^{NS}	0,2501 ^{NS}
A x C	0,316 ^{NS}	0,5875 ^{NS}	0,5829 ^{NS}	0,3428 ^{NS}	0,1916 ^{NS}	0,3722 ^{NS}	0,4013 ^{NS}	0,6883 ^{NS}
CV	66,68	58,77	60,07	57,49	58,69	65,63	62,81	75,37

NS – não significativo; S – significativo; A – adubação; C – cobertura; P – profundidade.

De acordo com o desdobramento da interação da adubação com a cobertura aos 21 DAT, pode-se verificar na Figura 2A, que só houve diferença significativa para adubação mineral em relação ao efeito da cobertura morta. Verificou que na ausência da cobertura morta a concentração da CE foi de 6,65 dS m⁻¹, entretanto, na presença da cobertura morta a

concentração foi de $3,92 \text{ dS m}^{-1}$. Verifica-se que a cobertura morta atuou de forma mais eficiente na manutenção do teor de umidade do solo, reduzindo assim a concentração da salinidade na profundidade avaliada (0,30 m).

Analisando o efeito da ausência da cobertura morta (SCM) sobre a concentração da CE, verifica-se que a adubação mineral (M) diferiu estatisticamente da adubação orgânica (OG), organomineral (OM) e da testemunha (TEST) e com relação à presença da cobertura morta, não houve diferença para nenhuma das adubações.

Apesar da análise de variância não ter constatado efeito significativo do fator isolado cobertura, pode-se verificar na Figura 2B através dos valores médios da CE, ao longo dos dias de avaliação, que ocorreu uma diminuição da CE ao longo do tempo para ambas às coberturas. Entretanto, a cobertura morta proporcionou menores valores em média ao longo do período com uma variação de 4,14 a 2,05 e 4,48 a 2,70 na presença e ausência da cobertura morta, respectivamente. Percebe-se que a partir dos 41 DAT esta diferença foi mais acentuada permanecendo até aos 77 DAT.

A cobertura morta promove inúmeras vantagens, incluindo melhoria na capacidade de fornecimento de água para as culturas, proporcionando maior infiltração da água no solo e menor evaporação, evitando a precipitação de sais na zona radicular; menor variação da temperatura do solo (Montenegro et al., 2013); manutenção de umidade (Souza et al., 2011); essa proteção viabiliza o aumento da quantidade de água disponível à planta.

Na mesma área do presente estudo, Souza et al. (2008), avaliando a evolução e variabilidade espacial da salinidade sob cultivo de cenoura sob irrigação, com água moderadamente salina e na presença de cobertura morta de restos de feijão com densidade de 9 t ha^{-1} , verificaram em duas áreas com 900 m^2 , que na camada de 0-40 cm, a área salina no setor 1, inicialmente de 7,98%, aumentou para 15,09% ao final do ciclo cultural e para o setor 2, a área salina passou de 5,97 para 5,52%; verificando-se, assim, a influência determinante da textura e da cobertura morta no controle da salinidade do solo.

Esta importância da cobertura morta também foi verificada por Lima et al., (2006) ao investigar a produção do pimentão, submetido a diferentes frequências de irrigação, de cobertura morta (0 e 1000 kg ha^{-1} de palha de milho) e lâminas de irrigação com água salina ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), em Neossolo Flúvico em casa de vegetação, verificando que a adoção de lâmina correspondente a 80% da evapotranspiração de cultura e com cobertura morta, associada à irrigação diária, não promoveu aumento significativo da salinidade do solo ao final do ciclo de cultivo.

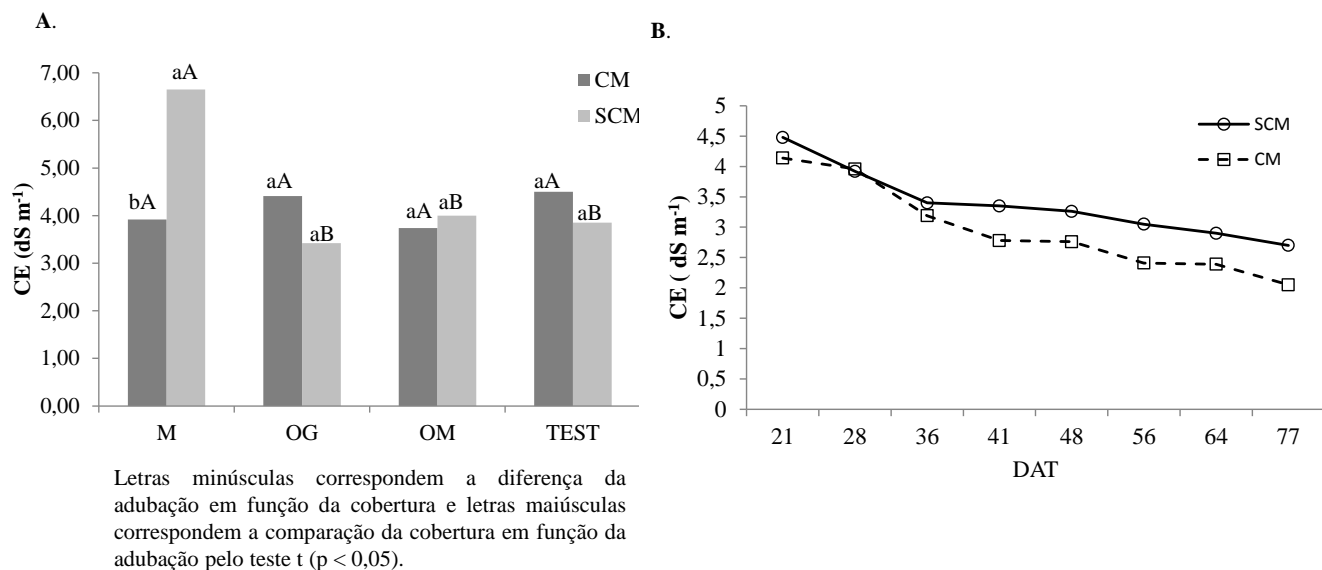


Figura 2. Valores médios da condutividade elétrica para o fator interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OG) e testemunha (TEST) na presença (CM) e ausência da cobertura morta (SCM) aos 21 DAT (A) e média ao longo tempo da CE sob cobertura morta (CM) e sem cobertura morta (SCM) (B).

Na figura 3A verifica-se o comportamento médio ao longo dos tempos para o pH, podendo ser observado que a média mais representativa foi aos 64 DAT por apresentar menores desvios em torno da média. Houve uma variação de 7,64 a 8,09 no pH do solo, verificando que o mesmo dos 21 aos 77 DAT permaneceu alcalino (básico).

Esta elevação do pH em áreas cultivadas pode ser resultado da hidrólise de fertilizantes como, por exemplo, a uréia, muito utilizado pelos agricultores da região do presente estudo (Longo & Melo, 2005). Em termos de qualidade química do solo, o aumento do pH pode favorecer processos de mineralização da MOS, nitrificação e fixação biológica do nitrogênio (Mengel et al., 2001). Por outro lado, pH alcalino pode afetar o desenvolvimento das culturas devido à redução na disponibilidade de micronutrientes, como manganês, cobre, zinco e ferro (He et al., 2005).

Em um Cambissolo Vermelho Amarelo eutrófico típico sob sistemas de cultivo irrigado perene e anual de banana e milho, Dantas et al. (2012) também verificou elevação do pH nessas áreas com variação de 7,2 a 7,8.

O pH do solo é utilizado como indicativo das condições gerais da fertilidade, pois reflete indiretamente o teor de bases existentes no solo. Assim, quanto maior for seu teor de bases, maior será a atividade de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} na solução do solo e, conseqüentemente,

menor será a atividade de íons H^+ , medida pelo pH (Quaggio, 2000). Portanto, a elevação do pH na solução do solo na profundidade de 0,30 m, independentemente dos tratamentos utilizados, deve-se ao deslocamento dessas bases da camada superior do solo.

Na Figura 3B verifica-se o desdobramento da adubação aos 77 DAT, podendo-se observar efeito significativo para a adubação organomineral. Entretanto, esta diferença (pH = 7,97) não alterou a alcalinidade da solução do solo, permanecendo-se com alcalinidade elevada.

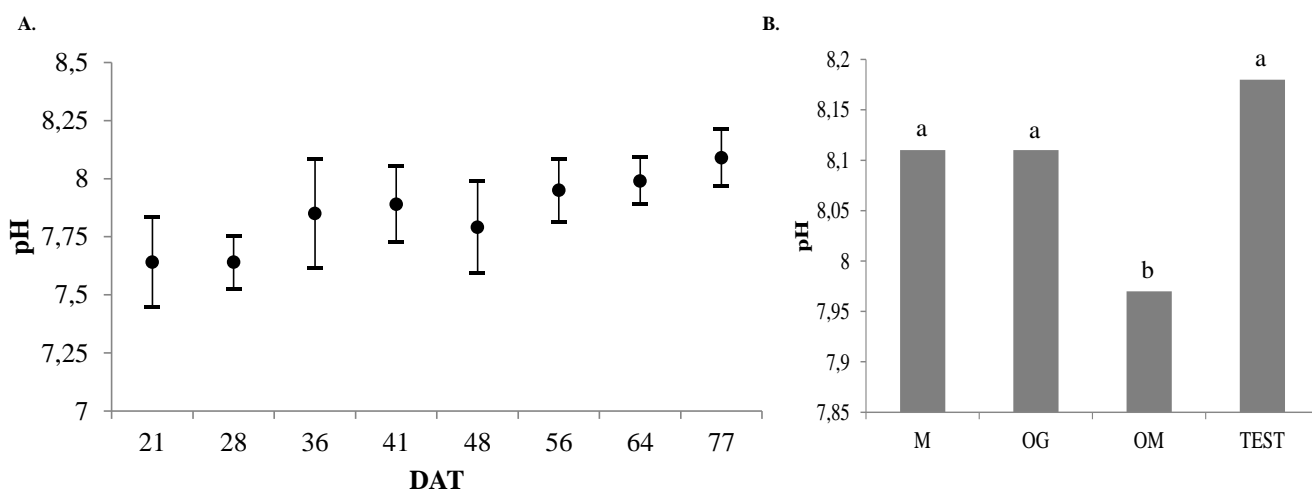


Figura 3. Média do pH ao longo do tempo com seus respectivos desvios padrões para mais e para menos (A). Desdobramento da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) aos 77 DAT (B).

Com relação ao teor de cálcio verifica-se na Figura 4A o desdobramento do efeito das adubações aos 21 DAT. Houve efeito significativo para adubação mineral em relação aos demais tratamentos, apresentando um teor de cálcio (Ca^{2+}) de $0,83 \text{ cmol}_c \text{ L}^{-1}$.

De acordo com o desdobramento da interação da adubação com a cobertura aos 21 DAT, pode-se verificar na Figura 4B, que só houve diferença significativa para adubação mineral em relação ao efeito da cobertura morta. Verificou-se que na ausência da cobertura morta a concentração de Ca^{2+} foi de $1,06 \text{ cmol}_c \text{ L}^{-1}$, entretanto, na presença da cobertura morta este valor apresentou um teor de $0,66 \text{ cmol}_c \text{ L}^{-1}$. Com relação ao efeito da cobertura sobre a adubação, verifica-se efeito significativo da adubação mineral apenas para ausência da cobertura morta.

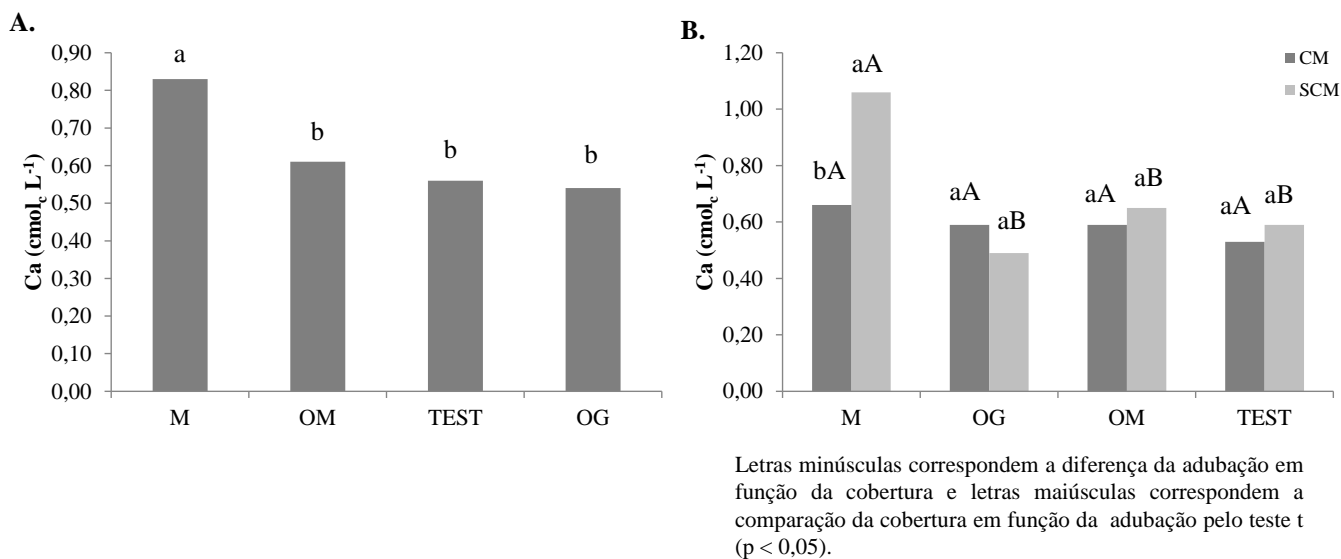


Figura 4. Desdobramento do efeito da adubação no teor de cálcio aos 21 DAT (A) e desdobramento da interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) com (CM) e sem cobertura morta (SCM) (B).

Com relação ao teor de sódio na Figura 5 pode-se verificar que aos 21 DAT só foi verificado efeito significativo para adubação mineral em relação com a cobertura morta. Na ausência e presença da cobertura morta estes valores foram de 4,45 e 2,66 $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$, respectivamente. Com relação ao efeito da cobertura sobre os tratamentos de adubação, verifica-se que só houve efeito significativo na ausência da cobertura morta sobre o efeito da adubação mineral.

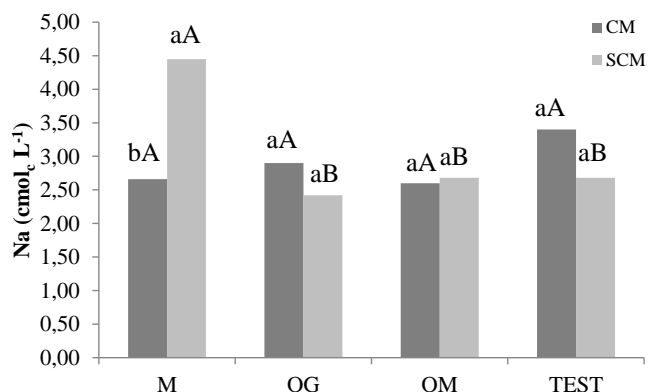


Figura 5. Desdobramento da interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) com (CM) e sem cobertura morta (SCM) para os teores de sódio aos 21 DAT.

De acordo com a análise de variância (Tabela 6), pode-se constatar efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para a Razão de adsorção de sódio (RAS) para os fatores adubação (A) aos 64 DAT e interação (A x C) aos 21 e 64 DAT.

Tabela 6. Probabilidade para a razão de adsorção de sódio (RAS) ao longo dos dias após transplante das mudadas de repolho.

	DAT							
	21	28	36	41	48	56	64	77
	RAS							
A	0,1464 ^{NS}	0,0283 ^{NS}	0,1199 ^{NS}	0,0762 ^{NS}	0,0888 ^{NS}	0,252 ^{NS}	0,0449 ^S	0,1067 ^{NS}
C	0,7633 ^{NS}	0,4574 ^{NS}	0,6284 ^{NS}	0,4327 ^{NS}	0,9735 ^{NS}	0,5353 ^{NS}	0,2472 ^{NS}	0,8695 ^{NS}
A x C	0,0795 ^{NS}	0,0699 ^{NS}	0,3915 ^{NS}	0,0498 ^S	0,8029 ^{NS}	0,1965 ^{NS}	0,0491 ^S	0,0453 ^S
CV	12,48	12,54	19,28	10,76	46,67	12,24	13,95	13,49

NS – não significativo; S – significativo; A – adubação; C – cobertura; P – profundidade.

A relação de adsorção de sódio (RAS) aos 41 DAT (Figura 6A) foi significativa ($p < 0,05$) para a adubação mineral e testemunha em relação ao fator cobertura. Os valores da RAS para adubação mineral com e sem cobertura morta foi de 12,95 e 16,79 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}, respectivamente. Na testemunha esses teores foram de 16,36 e 14,31 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} com e sem cobertura morta, respectivamente. Comparando a cobertura em função do tipo de adubação, verifica-se que na ausência da cobertura morta (SCM) a testemunha diferiu ($p < 0,05$) dos demais tratamentos e na presença da cobertura morta à adubação mineral e organomineral diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) da orgânica e testemunha.

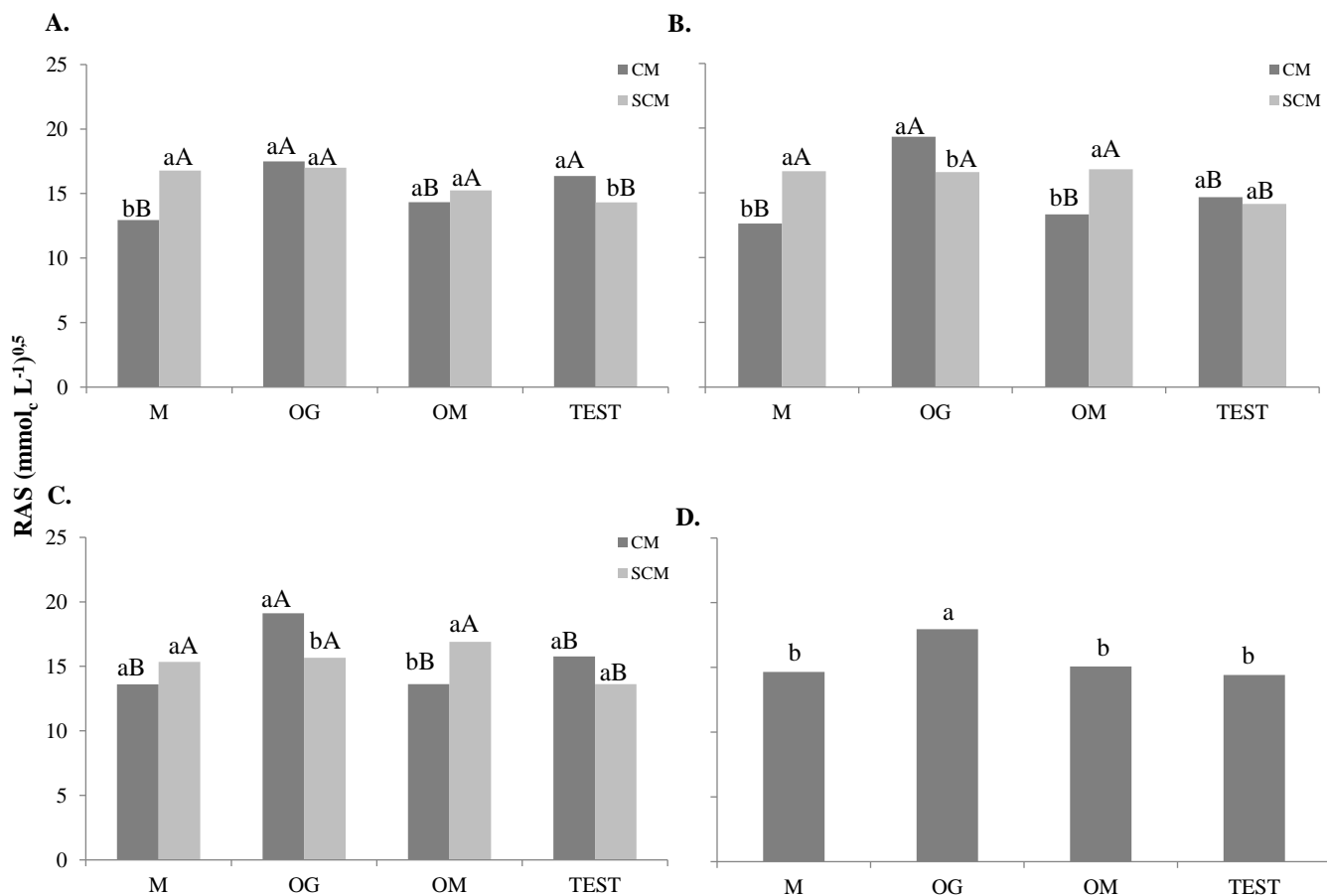
Aos 64 DAT verifica-se o desdobramento da interação da adubação com a cobertura (Figura 7B) e o efeito isolado da adubação (Figura 6D). Observa-se no desdobramento da interação que só não houve efeito da testemunha em relação a cobertura morta. Com relação do efeito isolado da adubação, verifica-se que a adubação orgânica diferiu ($p < 0,05$) das demais, apresentando um valor de 17,96 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} de RAS.

Na Figura 6C verifica-se efeito significativo ($p < 0,05$) para adubação orgânica e organomineral em relação à cobertura morta. Analisando a cobertura sobre o efeito das adubações, verifica-se que só a testemunha diferiu estatisticamente na ausência da cobertura morta e na presença a adubação orgânica diferiu dos demais tratamentos.

Gonçalves et al. (2011) avaliando alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas, sob dois valores de RAS e seis níveis de condutividade elétrica (CE), verificaram que a água de irrigação com RAS de 2 e 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} resultaram em

RAS do extrato de saturação de 4,40 e 20,04 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}, respectivamente. Esses mesmos autores concluíram ainda que só houve aumento da salinidade da água de irrigação de RAS igual a 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}, promovendo incremento da RAS do extrato de saturação do solo. No entanto, para o tipo de água utilizada nesse experimento que foi proveniente de poço amazonas, contendo um valor de RAS de 6,98 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5}, verifica-se que os valores de RAS da solução do solo ficaram acima de 10 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} e abaixo de 20 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)^{0,5} para os 41, 64 e 77 DAT independentemente dos tratamentos, o que pode promover o risco de sodificação do solo.

Souza et al. (2008), na mesma área do presente estudo, verificaram um aumento da RAS de 9,00 para 11,45 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) após 96 DAT na camada de 0-20 cm e na camada de 20-40 cm esse aumento foi de 6,49 para 7,93 ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$). Segundo os autores esse aumento foi atribuído ao acréscimo do teor de sódio e diminuição no teor de Mg^{2+} .



Letras minúsculas correspondem à diferença da adubação em função da cobertura e letras maiúsculas correspondem à comparação da cobertura em função da adubação pelo teste t ($p < 0,05$).

Figura 6. Desdobramento da interação da adubação mineral (M), orgânica (OG), organomineral (OM) e Testemunha (TEST) com (CM) e sem cobertura morta (SCM), aos 36 DAT (A), aos 64 DAT (B) e aos 77 DAT (C) e desdobramento da adubação aos 64 DAT (D) para razão de adsorção de sódio (RAS).

Resultados semelhantes foram obtidos por Cavalcante et al. (2005), estudando solos cultivados com dois cultivares de algodão sob irrigação com águas salinas. Silva et al. (2007) também verificaram valores crescentes da RAS do extrato de saturação do solo com o aumento da salinidade e sodicidade da água de irrigação. Pessoa et al. (2012), em estudo com dois Neossolos Flúvicos do semiárido de Pernambuco, que verificou aumento da RAS do extrato de saturação do solo com o aumento da RAS da água de irrigação.

CONCLUSÕES

A fração de lixiviação aplicada possibilitou a redução da CE em média da solução do solo abaixo da zona radicular, uma vez que não houve efeito da diferença estatística entre os tratamentos dos 28 aos 77 DAT.

As diferentes adubações não proporcionaram diferença entre o carbono orgânico total e o estoque de carbono total do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. O.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V.; BARROS, A. C.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BLANCO, F. F. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do perímetro irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, v.37, p.1640-1645, 2007.

ASSIS, C. P.; OLIVEIRA, T. S.; DANTAS, J. N.; MENDONÇA, E. S. Organic matter and phosphorus fractions in irrigated agroecosystems in a semi-arid region of Northeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.138, p.74-82, 2010.

BERNUOX, M.; CARVALHO, M. C. S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Brazil's soil carbon stocks. **Soil Scienc Society of America Journal**, v.66, p.888-896, 2002.

CAVALCANTE, I. H. L.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; BECKMANN, M. Z.; CAMPOS, M. C. C.; GONDIM, S. C. Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, p.108-111, 2005. Suplemento.

CEFS – Comissão Estadual de Fertilidade do Solo. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. (2ª aproximação) 3.ed. revisada. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, 2008. 212p.

DANTAS, A. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.18-26, 2012.

DENG, X.; SHAN, L.; ZHANG, H.; TURNER, N. C. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. **Agricultural Water Management**, v.80, p.23-40, 2006.

DOORENBOS, J., KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: FAO, Irrigation and Drainage Paper, 33. 1986.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (ed.) Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: **EMBRAPA**. 1997. 212p.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S.; SILVA JÚNIOR, J. M. T. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, p.250-257, 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 402p.

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. S.; SANTOS, M. A.; SANTOS, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.589-596, 2011.

HE, Z. L.; YANG, X. E.; STOFFELLA, P. J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.19, p.125-140, 2005.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1055–1061, 2012.

HORNEY, R. D.; TAYLOR, B.; MUNK, D. S.; ROBERTS, B. A.; LESCH, M.; PLANT, R. E. Development of practical site-specific management methods for reclaiming saltaffected soil. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.46, p.379–397, 2005.

HREN, J.; FELTZ, H. Effects of irrigation on the environment of selected areas of the western united states and implications to world population growth and food production. **Journal of Environmental Management**, v.52, p.353-360, 1998.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.857-867, 2002.

LAL, R. Sequestration of atmospheric CO₂ in global carbon pools. **Energy Environmental Science**, v.1, p.86-100, 2008.

LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; HOLANDA NETO, M. R.; ARAÚJO, F. S.; IWATA, B. F. Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p. 1273-1280, 2010.

LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, A. P.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. Desempenho da alface em cultivo orgânico com e sem cobertura morta e diferentes lâminas d'água. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1503-1510, 2009.

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

LONGO, R. M.; MELO, W. J. Hidrólise da uréia em latossolos: Efeito da concentração de uréia, temperatura, pH, armazenamento e tempo de incubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p 651-657, 2005.

MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; CRUZ, M. G. M.; LEMOS FILHO, L. C. A. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.34, p.207-212, 2003.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MICHELON, C. J.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; MELO, G. L.; SPOHE, R. B.; ANDRADE, J. G. Qualidade física dos solos irrigados de algumas regiões do Brasil Central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.39-45, 2009.

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 e Ambiental**, v.10, p.30-37, 2006.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; DE LIMA, J. L. M. P.; SINGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittents simulated rainfall. **Catena**, v.109, p.139-149, 2013.

PESSOA, L. G. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MNEZES, D. Crescimento de cebola irrigada com águas salinas em solo do semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.527-534, 2012.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2000. 111p.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; FIGUEIREDO, C. C.; ZINN, Y. L. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: Santos, G. A.; Silva, L. S.; Canellas, L. P.; Camargo, F. A.

O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.359-417.

RICHARDS, L. A., ed. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC, United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (USDA Agriculture Handbook, 60).

RUMPEL, C.; KÖGEL-KNABNER, I. Deep soil organic matter - A key but poorly understood component of terrestrial C cycle. *Plant Soil*, 338:143-158, 2011.

SAS. The SAS System for windows: Release version: 6.8, 3.ed. Cary, 1998. CD-Rom.

SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; DUDA, G. P.; SOUZA, C. E. S. Risco de salinização em quatro solos do Rio Grande do Norte sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 02, p.08-14, 2007.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; FREITAS, 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**, v.12, p.584–592, 2008.

SOUZA; E. R; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G.; MATOS, J. A. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v.99, p.26-32, 2011.

van DIEPENINGEN A. D; VOS O. J.; KORTHALS, G. W.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, v.31, p.120-135, 2006.

Yeomans, J. C.; Bremner, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.

CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

A demanda por pesquisas voltadas principalmente no âmbito da agricultura familiar se faz necessária e urgente, uma vez que esta é responsável por cerca de 70% da produção de alimentos que vão à mesa dos brasileiros.

Portanto, como perspectiva para novas pesquisas, na agricultura irrigada deve-se atribuir uma atenção especial ao manejo da irrigação, preconizando um turno de rega mais espaçada quando se adota cobertura morta, uma vez que se torna imprescindível conduzir de forma racional a cultura irrigada em condições de campo em região semiárida, visando desta forma aumentar a eficiência do uso da água permitindo assim, a conservação dos recursos naturais existentes sem perda de produtividade.