

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

EDUARDO SILVA DOS SANTOS¹; ABELARDO ANTÔNIO DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO²; ELVIRA MARIA REGIS PEDROSA², ÊNIO FARIAS DE FRANÇA E SILVA²

¹Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900 – Recife, PE. silvaufupe@yahoo.com.br

²Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmão, CEPE: 52171-900 – Recife, PE. Abelardo.montenegro@yahoo.com.br; enio.silva@deagri.ufrpe.br; elvira.pedrosa@dtr.br

1 RESUMO

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. Por esses motivos, requer práticas 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 tipos de adubação (adubação organomineral; adubação mineral; adubação orgânica e testemunha sem adubação) e dois tipos 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*

**SANTOS, E. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F.
GROWTH AND YIELD OF CABBAGE UNDER DIFFERENT FERTILIZATION IN
THE PRESENCE AND ABSENCE OF MULCH IN COMMUNAL FARMING**

2 ABSTRACT

Communal horticulture cropping in the semiarid presents a high social and economic 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 conducted until 18/03/2012. The present study was conducted with the aim of evaluating the effect of different nutrient sources in the presence and absence of mulch on yield and yield components of Midore cabbage, in the semiarid, Pernambuco State. Treatments were arranged in a randomized block design, in a 4 x 2 scheme, corresponding to four fertilizer levels (organomineral fertilization,

mineral fertilizers, organic manure, and one 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 in comparison to mineral and organomineral fertilization.

Keywords: semiarid, irrigated agriculture, *Brassica oleraceae*

3 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 consequentemente 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 como 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 para essas coberturas. 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. Na realização do estudo os autores verificaram que a eficiência do uso da água foi de 101,13 e 94,26 kg ha⁻¹ mm⁻¹, para as referidas coberturas, respectivamente, em área de assentamento de agricultura familiar.

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.

Borchardt 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 Sedyama 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 fórmula 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, bem como no 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 na umidade do solo em região semiárida do Estado de Pernambuco.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 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 nas coordenadas geográficas 8° 15' e 8° 30' de Latitude Sul, 31° 45' e 37° 00' de Longitude Oeste, 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 granulométrica e densidade do solo da área experimental em lote da Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Pesqueira-PE.

Camadas (m)	Argila	Silte	Areia	Classe textural	Ds (g cm ⁻³)	Umidade	
						Θ_{cc} g g ⁻¹	Θ_{pp} 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

Ds – Densidade do solo; 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 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.

4.2 Delineamento

Os tratamentos foram arranjados 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).

4.3 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 semeadura (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 rotina para determinação da fertilidade do solo na camada de 0-0,2 m, utilizando-se os métodos descritos pela EMBRAPA (1997) (Tabela 2), que corresponderam às quantidades de 159,00; 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) sendo 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 (2008), e realizaram-se capinas periódicas para o controle ervas daninhas.

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.

4.4 Manejo da irrigação

O método de irrigação utilizado foi do tipo microaspersão, com vazão fornecida pelo fabricante de 100 L h⁻¹ e 100% da área molhada, adotando-se um turno de irrigação diário.

As lâminas de irrigação adotadas foram baseadas na evapotranspiração da cultura (ET_c) (Equações 1 e 2), estimada a partir de leituras diárias em Tanque Classe A, conduzidas pelo próprio agricultor. Os coeficientes de cultura (K_c) adotados foram de 0,75; 0,95; 0,9 e 0,8 para as fases inicial (I), de crescimento (II), intermediária (III) e final (IV), respectivamente, segundo Doorenbos e Kassan (1986). O coeficiente de tanque (K_t) de acordo com condições locais de vento, umidade relativa e bordadura foi de 0,75.

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (1)$$

$$ET_0 = EV_{TCA} \times K_t \quad (2)$$

Em que: ET_c - Evapotranspiração da cultura, mm dia^{-1} ; ET_0 - Evapotranspiração de referência, mm dia^{-1} ; K_c - Coeficiente de cultura, adimensional; EV_{TCA} - Evaporação do Tanque Classe A, mm dia^{-1} ; K_t - Coeficiente de tanque, adimensional.

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 apresentado na Tabela 3. A CE e o pH foram determinados por um condutivímetro de bancada e um pHmetro digital. O potássio e o sódio foram determinados por fotometria de chama, o cálcio e o magnésio por titulação de acordo com metodologia proposta por Richards (1954).

Para o manejo da irrigação, adotou-se uma fração de lixiviação de 20%, que de acordo com Carvalho et al. (2011a), foi satisfatória para a lixiviação dos sais para baixo da zona radicular. No cálculo do tempo de aplicação das lâminas requeridas, foi considerado o 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 no lote experimental da Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Pesqueira-PE.

Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	CE a 25 °C	pH	RAS
mmolc L ⁻¹				dS m ⁻¹		(mmol 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 do instante da irrigação, regularmente distribuídas no período experimental, nas camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, compreendendo às 2ª, 3ª e 4ª fases 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.

Durante o experimento foi reservado um canteiro extra e instalados cinco tubos de acesso, de onde foram coletadas amostras de solo nas duas camadas 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}).

A contagem normalizada (CN) da sonda representa a razão, para um mesmo intervalo de tempo, entre a contagem no solo (C solo) e a contagem em um moderador padrão (C barril), no caso, em um barril preenchido com água (Equação 3).

$$CN = \frac{C_s}{C_b} \quad (3)$$

Em que: CN - Contagem normalizada; C_s - Contagem no solo; C_b - Contagem em um moderador padrão.

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 $R^2 = 0,882$.

4.5 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 4 (COSTA et al., 2005):

$$EUA = \frac{X}{Y} \quad (4)$$

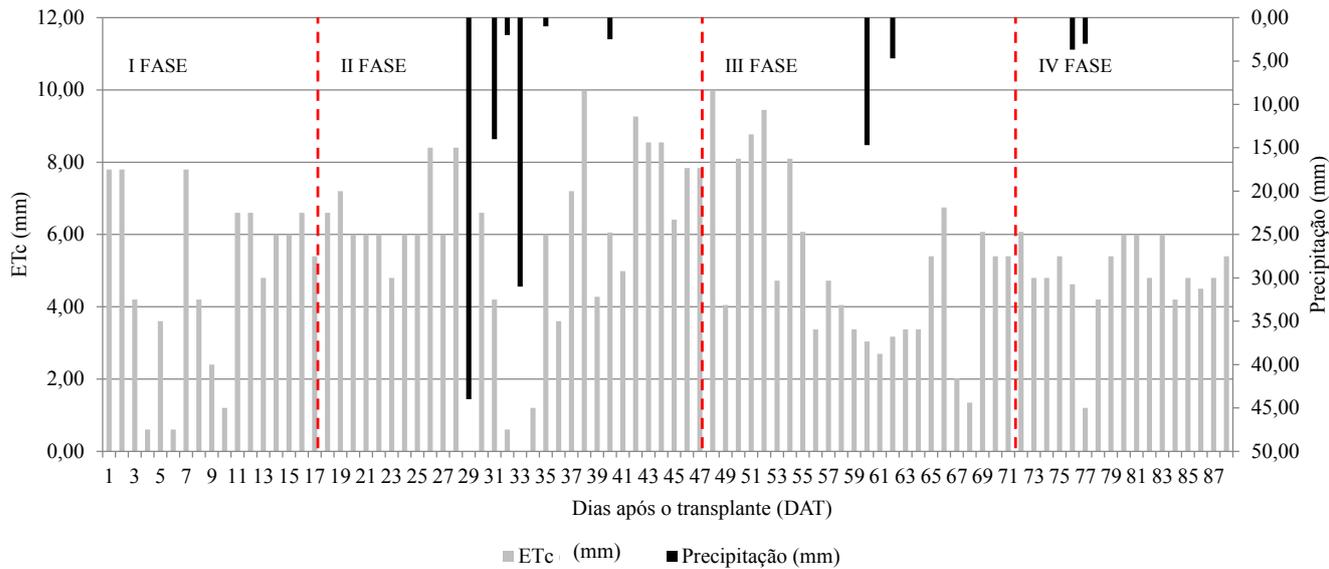
Em que: EUA – eficiência de uso da água, $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$; X – produtividade da cultura, kg ha^{-1} ; Y – lâmina de irrigação durante todo o ciclo, mm.

4.6 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, divididos em três fases (II, III e IV), de acordo com o desenvolvimento da cultura do repolho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 pode-se verificar 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. Durante este período, a evapotranspiração de referência (ET_0) acumulada, calculada pelo TCA foi de 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, no período analisado. Nas Figuras 2A, 2B e 2C estão apresentados os valores de umidade na camada de 0-0,2 m, e nas Figuras 2D, 2E e 2F os valores de umidade na camada 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 fases, em ambas as camadas.

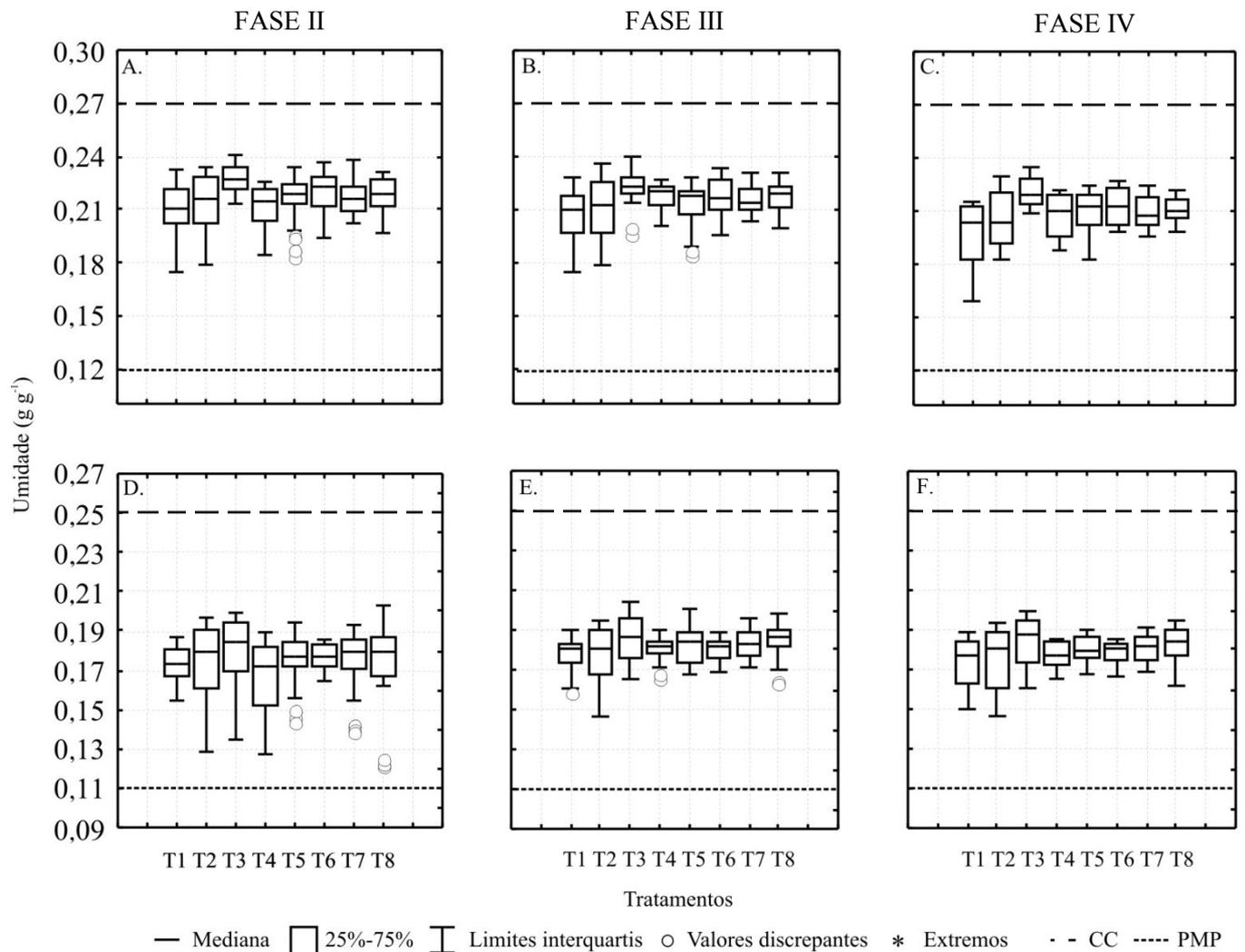
Na 4ª fase não foram verificados valores extremos para nenhuma das camadas avaliadas. Este fato pode ser explicado devido à cultura apresentar pleno desenvolvimento vegetativo, aumentando a área de cobertura sobre o solo, atenuando o efeito direto da temperatura sobre a superfície do solo. Verifica-se uma variação maior da umidade na camada de 0-0,2 m para as três fases e na 2ª fase na camada de 0,2-0,4 m. No entanto, na 3ª e 4ª fases na última camada, observa-se uma menor variação da umidade.

Esta variação maior da umidade na camada superior (0-0,2 m) em relação à inferior camada (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 nesta camada. Apesar de ter havido esta variação na cama superior, o tratamento T3 (A2CM – Adubação mineral com cobertura morta) permaneceu mais estável ao longo do tempo nas duas camadas.

Considerando os períodos de maior sensibilidade ao déficit hídrico para o repolho que é durante a fase de crescimento e a maturação da cabeça, compreendido entre as 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 camadas.

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 profundidades 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, sendo também influenciada pelo consumo hídrico da cultura.

Figura 2. Box-plot da umidade, imediatamente antes da irrigação, nas camadas 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 as umidades, só foi observado efeito significativo na camada 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 apresenta-se o teste de média para a umidade do solo observada para o desdobramento da interação entre a adubação x cobertura.

Tabela 4. Médias da umidade (g g^{-1}) do solo antes da irrigação para o desdobramento da interação da adubação x cobertura.

DAT	Cobertura	Adubação			
		Mineral	Orgânica	Organomineral	Testemunha
17	C	0,23 aA	0,22 aB	0,22 aB	0,22 aB
	S	0,20 bB	0,22 aA	0,22 aA	0,22 aA
19	C	0,23 aA	0,22 aB	0,20 bC	0,22 aB
	S	0,21 bB	0,22 aA	0,22 aA	0,22 aA
21	C	0,23 aA	0,22 aB	0,22 aB	0,22 aB
	S	0,21 bB	0,22 aA	0,22 aA	0,22 aA
23	C	0,23 aA	0,22 aB	0,22 aB	0,22 aB
	S	0,21 bC	0,23 aA	0,22 aB	0,22 aB

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), pelo teste t; C – Com cobertura morta; S – Sem cobertura morta.

Verifica-se na Tabela 4 que aos 17 DAT só houve diferença 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 e 23 DAT só houve efeito para adubação mineral, para as diferentes coberturas do solo.

Outrossim, pode-se constatar que, independentemente do tipo de adubação e cobertura, as umidades estiveram sempre acima do ponto de murcha permanente e próximo a capacidade de campo, como já havia dito anteriormente, o 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 as umidades 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 (Tabela 5) 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 a partir do 28º dia após transplante. Assim, observa-se na Tabela 6, o desdobramento do efeito da adubação para os 28, 36, 49, 57 e 62 DAT.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e níveis de significância para a variável altura de planta do repolho aos 21, 28, 36, 49, 57 e 62 dias após transplante (DAT).

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio					
		21 DAT	28 DAT	36 DAT	49 DAT	57 DAT	62 DAT
Bloco	3	4,14 ^{ns}	0,80 ^{ns}	12,11 ^{ns}	6,98 ^{ns}	11,01 ^{ns}	11,17 ^{ns}
Adubo	3	4,21 ^{ns}	20,19*	28,78*	40,59*	52,05*	49,76*
Cobertura	1	1,90 ^{ns}	1,34 ^{ns}	19,28 ^{ns}	9,46 ^{ns}	6,90 ^{ns}	4,03 ^{ns}
Adubo x Cobertura	3	0,72 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,97 ^{ns}	11,04 ^{ns}	25,91 ^{ns}	28,23 ^{ns}
Resíduo	21	2,91	4,25	8,21	9,23	12,90	15,18
Total	31						

^{ns} – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); * - significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); GL – Graus de liberdade.

Observando a Tabela 6 verifica-se que a adubação orgânica foi a 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 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 quando há deficiência de N no solo. A baixa concentração de N dos resíduos vegetais (relação C/N alta) promove a imobilização do N mineral disponível no solo para atender à demanda dos microrganismos no processo de decomposição, comprometendo 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 (relação C/N = 132) proporcionou menor altura de plantas em relação à cobertura com palha de café (relação C/N = 11,50) e ausência de cobertura do solo, irrigado por microaspersão adotando-se um turno de rega de dois dias. Em geral, a adubação orgânica está associada a plantas de menor altura, em relação aos outros tratamentos fertilizados.

Tabela 6. Média de altura de plantas (cm) medidas ao longo do ciclo de cultivo do repolho aos 28, 36, 49, 57 e 62 dias após transplante (DAT).

Adubação	Altura de Planta (cm)				
	28 DAT	36 DAT	49 DAT	57 DAT	62 DAT
Mineral	22,87 a	29,16 a	31,59 a	32,18 a	32,46 a
Organomineral	23,24 a	28,66 a	30,79 a	30,39 a	30,63 a
Orgânica	19,71 b	24,98 b	26,46 b	26,10 b	26,52 b
Testemunha	21,65 ab	28,32 a	29,45 ab	29,68 ab	29,39 ab
Média	21,86	27,78	29,57	29,59	29,75
CV (%)	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 ($p < 0,05$); CV – Coeficiente de variação e DAT – Dias após transplante.

De acordo com a análise de variância para os componentes do rendimento do repolho (Tabela 7), 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, houve efeito significativo para adubação.

Tabela 7. Resumo da análise de variância e níveis de significância para a variável peso médio de cabeça (PMC), produção (Pr), diâmetro horizontal de cabeça (DHC), diâmetro vertical de cabeça (DVC), índice de formato de cabeça (IFC), número de folhas (NF) e eficiência do uso da água (EUA).

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio						
		PMC (g)	Pr (t ha ⁻¹)	DHC (cm)	DVC	IFC	NF	EUA (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
Bloco	3	137194,18 ^{ns}	342,95 ^{ns}	3,51 ^{ns}	1,59 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1981,28 ^{ns}
Adubo	3	405349,07*	1013,52*	11,60*	3,49*	0,0018*	0,99*	5853,68*
Cobertura	1	11885,74 ^{ns}	29,74 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,99 ^{ns}	171,77 ^{ns}
Adubo x Cobertura	3	21665,79 ^{ns}	54,15 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,22 ^{ns}	312,82 ^{ns}
Resíduo	21	76720,57	191,79	1,91	0,84	0,0006	1,59	1107,93
Total	31	1247,88	62,39	16,38	12,10	0,74	13,78	149,96

^{ns} – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); * - significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); GL – Graus de liberdade.

Na Tabela 8, 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 8. Componentes de produção do repolho em função dos tratamentos adotados.

Adubação	PMC	Pr	DHC	DVC	IFC	NF	EUA
	(g)	(t ha ⁻¹)	(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 os resultados encontrados, Silva et al. (2012) verificaram que não houve diferença 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 entre os tratamentos.

Com relação à produtividade do repolho, o tratamento com adubação orgânica foi equivalente aos demais tratamentos fertilizados, embora não diferindo da testemunha. Por outro lado, nota-se que as produções adubadas com fertilizantes organomineral e mineral foram superiores à testemunha. Isso demonstra que, apesar do solo apresentar boas condições de fertilidade, a adubação é relevante, em particular a orgânica, pois grande parte dos nutrientes

muitas vezes não está disponível a planta. Entretanto, verificou-se uma produtividade superior para todos os tratamentos em comparação com a produção média nacional de 30 t ha⁻¹ e 39 t ha⁻¹ para o Estado de São Paulo.

Verifica-se que as produtividades foram adequadas e superiores às obtidas por Moura et al. (2006), ao utilizar uma densidade de plantio de 2,5 plantas m⁻². 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, mesmo método de irrigação, e diferentes intervalos de irrigação, obtiveram diferença 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 da adubação mineral e organomineral, porém não diferiu da adubação orgânica.

Branco et al. (2010), avaliando 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 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 por Fontanétti et al. (2006), que observaram massa fresca de cabeça comercial do híbrido Kenzam de 1215 a 1960 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 1130 g, para uma dose de 277,8 kg ha⁻¹ N, em comparação com os tratamentos que utilizaram 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 8), verifica-se que houve diferença entre a testemunha em comparação as adubações 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 às adubações 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.

Para o índice de formato de cabeça (IFC) (Tabela 8), verifica-se que as adubações mineral e organomineral foram diferentes ($p < 0,05$) 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 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 encontrados por esses autores foram superiores 22,4 e 17,6 cm, respectivamente, aos mencionados na Tabela 8.

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 8). Esses resultados corroboram os de Moura et al. (2006), que não encontraram efeito significativo sobre esta mesma variável.

Quanto à eficiência do uso da água (EUA) (Tabela 8), observa-se que o comportamento desta variável foi idêntico ao da produtividade, peso médio de cabeça e diâmetro horizontal de cabeça, em termos de diferença 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 ($68,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) 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 328,6; 210,1 e 178,5 $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, respectivamente, para o manejo com cobertura de gliricídia, capim-cameroon e na ausência de cobertura morta, observando diferença entre a cobertura de gliricídia e ausência de cobertura morta. Araújo et al. (2010), em ambiente protegido, encontraram valores de EUA de no máximo $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

Silva et al. (2014), avaliando a EUA na cultura da mamona na mesma região de estudo do presente trabalho, verificaram efeito significativo para a presença de cobertura morta no solo com uma eficiência máxima de $3,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

Pode-se constatar que o manejo adotado neste estudo possibilitou elevadas produtividades, com elevadas eficiências hídricas, mesmo em condições de campo, e no semiárido.

6 CONCLUSÕES

A utilização das adubações 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.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado e Produtividade, ao programa de Pós-graduação de Engenharia Agrícola da UFRPE à FINEP pelo financiamento da pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. F.; SOUZA, K. T. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; OLIVEIRA, G. A. Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, p. 115-120, 2010.

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**, Ceará, 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**, Brasília, 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**, Campinas, 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**, Jaboticabal, 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**, Campina Grande, v. 15, p. 256-263, 2011a.

CAVALCANTE, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. rev. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2008. 212 p.

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**, Botucatu, v. 10, p. 372-382, 2005.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

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

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**, Brasília, v. 24, p. 146-150, 2006.

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**, Brasília, v. 45, p. 369-375, 2010.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; LIMA, J. L. M. P.; SINGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. **Catena**, Alemanha, 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**, Campina Grande, 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**, Lavras, 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**, Brasília, 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**, Brasília, v. 24, p. 410-413, 2006.

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

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**, Campina Grande, v. 15, p. 670-679, 2011.

SAS. **The SAS System for windows**: Release version: 6.8. 3. ed. Cary, 1998. 1 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**, Campina Grande, 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**, Brasília, 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**, Campina Grande, v. 16, p. 253-257, 2012.

SILVA, J. J. N.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, E. M. R.; BELTRÃO, N. E. M.; HENRIQUE, H. M. Water allocations and mulching in castor bean crops in a semiarid Fluvic Neossol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, p. 443-452, 2014.

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**, Recife, 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**, Amsterdam, v. 99, p. 26-32, 2011a.