

# MANEJO DA IRRIGAÇÃO ASSOCIADA A COBERTURAS MORTAS VEGETAIS NO CULTIVO ORGÂNICO DA BETERRABA

DANIEL F. DE CARVALHO<sup>1</sup>, DIONIZIO H. DE OLIVEIRA NETO<sup>2</sup>,  
RAUL DE L. D. RIBEIRO<sup>3</sup>, JOSÉ G. M. GUERRA<sup>4</sup>, JANAÍNA R. C. ROUWS<sup>5</sup>

**RESUMO:** Práticas agrícolas orgânicas, como a cobertura do solo com palha, foram testadas em área irrigada por gotejamento na Baixada Fluminense, no Estado do Rio de Janeiro. O cultivo de inverno da beterraba nesta região é favorecido por temperaturas mais amenas, coincidindo com a época de maior disponibilidade do produto no Estado. No cultivo da beterraba, foram adotados três tipos de cobertura do solo e seis lâminas de irrigação (0; 29; 48; 78; 100 e 148% da ETc) determinadas com base no balanço de água no solo utilizando a técnica da TDR. O delineamento estatístico adotado foi blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Sob cobertura morta de *Pennisetum purpureum*, de *Gliricidia sepium* e na ausência de cobertura morta, os valores máximos relativos de EUA, no cultivo de beterraba, foram de 21,00; 32,90 e 17,90 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. A maior e a menor lâmina de irrigação acumulada para cada tipo de manejo foram de 2.746 e 951 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> nas parcelas sem cobertura morta. Em comparação, as parcelas com cobertura do solo reduziram em 34,5 e 10,5% as lâminas acumuladas, respectivamente. Os valores acumulados de nitrogênio nas partes das plantas foram maiores no cultivo sob cobertura morta de *G. sepium*, indicando vantagens desta prática cultural associada à irrigação por gotejamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Beta vulgaris*, *Gliricidia sepium*, *Pennisetum purpureum*, olericultura orgânica, gotejamento, TDR.

## IRRIGATION MANAGEMENT AND MULCHING IN ORGANIC BEET PLANTING

**ABSTRACT:** Organic farming practices, like mulching, were tested in drip irrigated area in Baixada Fluminense, state of Rio de Janeiro, Brazil. In this region, the winter crop of sugar beet is favored by mild temperatures, coinciding with the period of higher product availability in the State. For the beet planting were used three soil management practices (different conditions of coverage). In each one, six irrigation depth (0, 29, 48, 78, 100 and 148% of ETc), estimated based on soil water balance using TDR technique were applied through drip of different flow rates. Moreover, it was also included a plot without irrigation. The statistical design used was randomized blocks with six treatments. Under mulch of *Pennisetum purpureum*, *Gliricidia sepium* and without mulching, the maximum values of WUE in beet planting, were 40.25, 25.63, 26.08 kg m<sup>-3</sup>, respectively. The higher depth accumulated in the treatment relative to 29% of ETc (951 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) was obtained in plots without mulch. The nitrogen accumulated in the plant was higher in the experiment with *Gliricidia* mulching, indicating advantages of this cultural practice associated with drip irrigation.

**KEYWORDS:** *Beta vulgaris*, *Gliricidia sepium*, *Pennisetum purpureum*, organic horticulture, drip irrigation, TDR.

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, UFRRJ, Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, BR 465, km 7, Seropédica - RJ, Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Doutorando na UFRRJ, BR 465, km 7, Seropédica - RJ.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor aposentado da UFRRJ, BR 465, km 7, Seropédica - RJ.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Pesquisador da Embrapa-Agrobiologia, BR 465, km 7, Seropédica - RJ.

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Pesquisador da Embrapa-Agrobiologia, BR 465, km 7, Seropédica-RJ.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 11-8-2010

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 19-1-2011

## INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris*) é uma das hortaliças mais consumidas no mundo, sendo seu cultivo realizado durante períodos livres de temperatura e umidade extremas (COSTA et al., 2008). No Estado do Rio de Janeiro, o plantio e o consumo de beterraba são amplamente difundidos, sendo a estação de inverno, o período de cultivo mais apropriado desta hortaliça na região da Baixada Fluminense.

Por se caracterizar como uma hortaliça de inverno, a técnica da irrigação torna-se uma importante prática no seu cultivo, devendo, no entanto, apresentar manejo adequado a fim de serem obtidas maiores eficiências do uso da água (EUA) (SOUZA et al., 2005).

Alguns dos problemas que afetam o uso racional da irrigação envolvem a quantidade excessiva de água percolada e evaporada da superfície do solo, e a baixa capacidade de retenção natural de determinadas classes de solos, intensificando os processos erosivos e a baixa eficiência dos sistemas produtivos (KEMPER, 1993).

Os métodos de irrigação localizada são aqueles que reúnem reconhecidas vantagens com relação à maior EUA e economia de mão de obra, além de contribuir para a redução da incidência de importantes fitopatógenos (CARVALHO et al., 2009).

O monitoramento da umidade do solo em tempo real, visando a um adequado manejo do sistema de irrigação, pode ser realizado pela técnica TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo) (TOPP et al., 1980), que se baseia na medida da propagação de um pulso eletromagnético por meio de uma sonda instalada no solo, sendo a velocidade de propagação do sinal elétrico relacionada com a constante dielétrica do meio ( $K_a$ ). SOUZA et al. (2006a) consideram essa técnica como um método confiável para a determinação da umidade do solo ( $\theta$ ), sendo fundamental a calibração de uma curva específica para cada local de estudo. Além da calibração, COELHO et al. (2003) alertam para o local de instalação e o número de sensores no campo, a fim de possibilitar uma amostragem adequada da área a ser irrigada.

Além do manejo do sistema de irrigação, MEDEIROS et al. (2006) ressaltam o papel de outros métodos culturais indutores de melhoria do ambiente em áreas de produção de hortaliças, destacando o emprego de cobertura morta vegetal do solo. No semiárido brasileiro, em cultivo não irrigado, ANTONINO et al. (2000) observaram, durante um período de 120 dias, diferenças de variação no volume de água armazenada da ordem de  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  entre parcelas com e sem cobertura morta vegetal.

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., 2008).

O presente estudo teve por objetivo avaliar a resposta da cultura da beterraba cultivada na Baixada Fluminense, sob diferentes coberturas do solo e lâminas de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Três tipos de coberturas do solo foram testados no cultivo da beterraba (*Beta vulgaris*) cv. Early Wonder Tall Top em áreas contíguas, conduzidos simultaneamente, no inverno de 2008, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), localizado no Município de Seropédica ( $22^{\circ}46'S$ ;  $43^{\circ}41'W$  e 32 m de altitude). A pluviosidade, a temperatura média do ar e a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN et al., 1998), durante o ciclo da cultura, estão apresentadas na Figura 1. Os dados meteorológicos foram obtidos de uma estação climatológica localizada ao lado da área experimental.

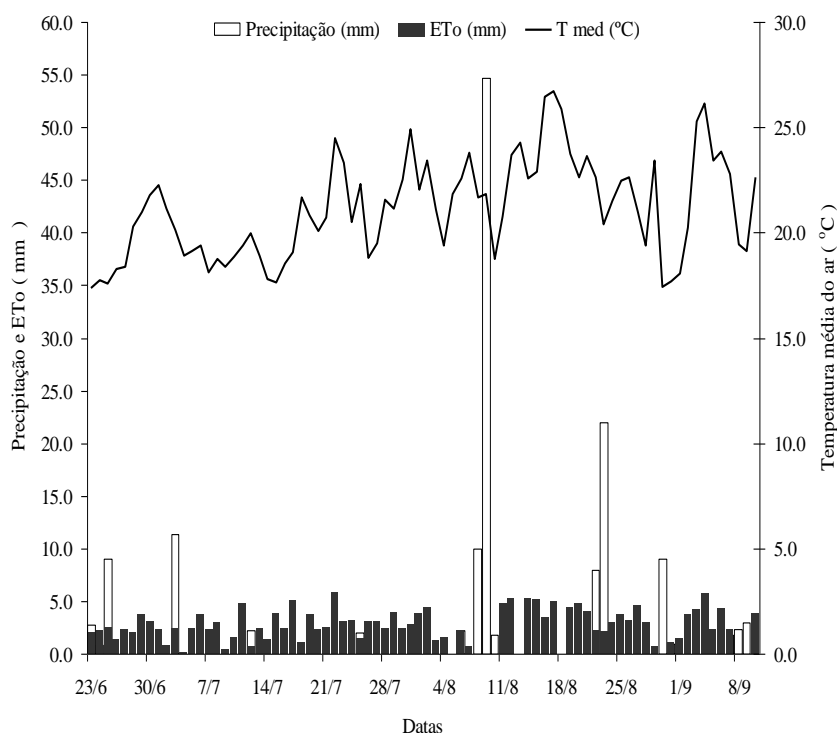


FIGURA 1. Dados meteorológicos locais durante o cultivo de inverno da beterraba. **Local meteorological data during the beet winter crop.**

Os diferentes manejos diferiram quanto ao tipo de cobertura morta do solo. Foram utilizadas palhada de *Pennisetum purpureum* (capim Cameroon), palhada de *Gliricidia sepium* (gliricídia) e parcelas sem cobertura do solo. O solo da área experimental foi classificado por ALMEIDA et al. (2003) como Argissolo Vermelho-Amarelo (22% de argila, 8% de silte e 70% de areia na camada de 0-20 cm). A umidade do solo correspondente à capacidade de campo é de  $0,255 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ , e os valores de água facilmente disponível (AFD) estão na faixa de 5,67 a 7,56 mm (VILLELA, 2007). Segundo o mesmo autor, a área apresenta porosidade de aeração, na profundidade de 0-0,10 m, entre 10 e 30% e resistência à penetração (RP) de 0 a 132 MPa. A análise química forneceu os seguintes resultados: pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) = 6,3; Al =  $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Ca =  $3,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg =  $1,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; P =  $84 \text{ mg dm}^{-3}$ , e K =  $85 \text{ mg dm}^{-3}$ . A adubação orgânica para a cultura da beterraba foi realizada cinco dias antes do transplantio, utilizando esterco bovino na dosagem de  $25 \text{ Mg ha}^{-1}$ , conforme recomendação de DE-POLLI & ALMEIDA (1988). O experimento ocupou canteiros contíguos, em condições edáficas semelhantes, que foram preparados com auxílio de rotoencanteiradora acoplada ao trator.

A biomassa empregada como cobertura do solo foi obtida de cortes de capineira de capim-cameroon e de ramos tenros, com folhas oriundas da poda de árvores adultas de gliricídia. Esses materiais foram processados em picadeira elétrica e desidratados à sombra. A quantidade de palha para a formação das coberturas mortas correspondeu a  $2,5 \text{ kg m}^{-2}$  (OLIVEIRA et al., 2008).

As mudas de beterraba foram produzidas em bandejas abastecidas com substrato à base da vermicompostagem de esterco bovino, em casa de vegetação, e transplantadas 26 dias após a semeadura, no espaçamento de  $0,25 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$ . As coberturas mortas foram colocadas sobre os canteiros, imediatamente após o transplantio das mudas de beterraba.

As espécies vegetais para as coberturas mortas foram escolhidas em função da farta disponibilidade de biomassa no local do experimento. A leguminosa arbórea gliricídia apresenta relevantes atributos, dentre os quais sua adaptação às condições ambientais da região, rusticidade e tolerância a podas drásticas sazonais, com acelerada e total regeneração da copa, e é particularmente rica em nitrogênio (ALMEIDA et al., 2008).

Durante o período de estabelecimento da cultura no campo, a aplicação de água foi realizada por aspersão, sendo a lâmina aplicada correspondente a 100% da evapotranspiração da cultura (ETc). Para isso, valores de evapotranspiração de referência (ETo) foram estimados a partir da evaporação de um tanque Classe 'A', utilizando coeficiente Kp sugerido por CARVALHO et al. (2006). Para o cálculo da ETc, adotou-se coeficiente de cultura (kc) de 0,45, conforme ALLEN et al. (1998). Após o período de estabelecimento das mudas e para cada tipo de cobertura, as diferentes lâminas de irrigação foram aplicadas por gotejamento, sendo os tratamentos caracterizados por 0 (T1), 29 (T2), 48 (T3), 78 (T4), 100 (T5) e 148% (T6) da ETc, obtida com base na lâmina de água aplicada necessária para elevar a umidade volumétrica do solo à capacidade de campo.

As lâminas correspondentes aos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 foram aplicadas utilizando gotejadores com vazões de 2,30; 3,75; 6,10; 7,80 e 11,60 L h<sup>-1</sup>, respectivamente, conectados a mangueiras de polietileno de 16 mm, com espaçamento de 0,30 m. Em cada parcela experimental (1,5 m x 1,0 m), o sistema de irrigação era composto de três linhas laterais espaçadas de 0,25 m, totalizando 18 gotejadores por parcela.

O tratamento T1 recebeu apenas o volume de água aplicado no período de estabelecimento da cultura, somado à precipitação efetiva (Pe) ocorrida durante a realização do experimento, considerada como a lâmina de água precipitada (mm), que proporcionou elevação do conteúdo de água nas parcelas até a umidade correspondente à capacidade de campo. O monitoramento da umidade do solo, utilizado na determinação das lâminas de irrigação e precipitação efetiva, foi realizado por meio de sondas TDR (SILVA et al., 2005; SOUZA et al., 2006b), instaladas horizontalmente nas parcelas referentes ao tratamento-controle (T5), e nas profundidades de 0,10 e 0,20 m. O equipamento de TDR foi calibrado previamente na área de cultivo, possibilitando a obtenção da umidade volumétrica ( $\theta$ ) a partir de leituras da Ka.

A eficiência de uso da água (EUA), em kg m<sup>-3</sup>, foi obtida pela equação citada por LOVELLI et al. (2007):

$$EUA = \left[ \frac{P}{I + Pe} \right] 10^{-1} \quad (1)$$

em que,

P - produtividade em raízes de beterraba, kg ha<sup>-1</sup>;

I - lâmina de irrigação acumulada, mm, e

Pe - precipitação efetiva acumulada, mm.

A determinação dos teores de nitrogênio acumulados nas plantas de beterraba obedeceu à metodologia preconizada por ALVES et al. (1994). Os dados foram submetidos, separadamente, à análise de variância, conforme o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos (lâminas irrigação acumuladas), em quatro repetições. Modelos de regressão foram ajustados para os valores de EUA em função das lâminas de irrigação acumulada. As médias de EUA e os teores médios de N-total nas partes das plantas de beterraba foram submetidos ao teste de Scott-Knott. Para isso, com auxílio de uma planilha eletrônica, foram geradas médias das quatro repetições de cada tratamento, obtendo-se um valor médio relativo, permitindo uma análise comparativa entre os mesmos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmina de irrigação acumulada no período de estabelecimento da cultura, estimada pelo tanque classe 'A', foi de 65 mm. Durante o experimento, a precipitação acumulada foi de 147 mm, tendo a maior precipitação (58 mm) ocorrida no dia 10 de agosto (Figura 1). Na parcela-controle, referente ao tratamento 100% da ETc, as precipitações efetivas (Pe) foram de 9,6; 9,9 e 14,9 mm,

respectivamente, para a cobertura do solo com capim-cameroon, gliricídia e sem cobertura. As lâminas totais aplicadas (I + Pe) em cada tipo de manejo do solo estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Lâminas totais aplicadas e produtividade de raízes de beterraba nos diferentes tipos de manejo do solo. **Total applied depth and yield of sugar beet roots under different soil managements.**

Tratamentos (% da ETc)	Capim-cameroon		Gliricídia		Sem cobertura	
	Irrigação total (mm)	Produtividade total <sup>(1)</sup> (Mg ha <sup>-1</sup> )	Irrigação total (mm)	Produtividade total (Mg ha <sup>-1</sup> )	Irrigação total (mm)	Produtividade total (Mg ha <sup>-1</sup> )
-	84	20,7 a	85	30,4 a	95	19,4 b
29	101	25,8 a	105	47,4 a	130	30,6 a
48	112	28,2 a	118	47,7 a	153	32,7 a
78	128	24,7 a	139	45,5 a	190	28,9 a
100	141	24,7 a	154	39,3 a	216	32,2 a
148	168	23,3 a	187	39,3 a	274	24,4 b
Média		24,6		41,6		28,7
C.V. (%)		35,6		27,2		49,7

<sup>(1)</sup> médias de produtividade seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Considerando as parcelas referentes ao tratamento-controle (100% da ETc), contata-se que a lâmina de irrigação total acumulada sob cobertura morta de gliricídia foi 9,2% maior que aquela aplicada na parcela de coberta com palhada de capim-cameroon. Comparada com a parcela sem cobertura, a lâmina aplicada foi 28,7% inferior. Com os dados de lâmina total aplicada e produtividade da beterraba apresentados na Tabela 1 foram estimadas as EUAs e, após análise estatística, verificou-se que o manejo com cobertura morta de capim-cameroon não apresentou efeito significativo ao nível de 5%, nas diferentes lâminas de água aplicadas. Na Figura 2, apresentam-se os resultados de EUA e as equações de regressão obtidas.

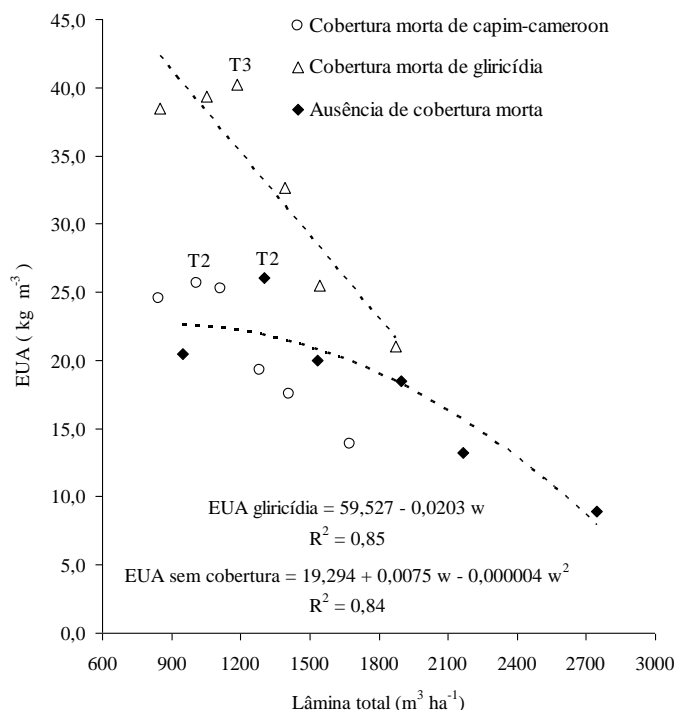


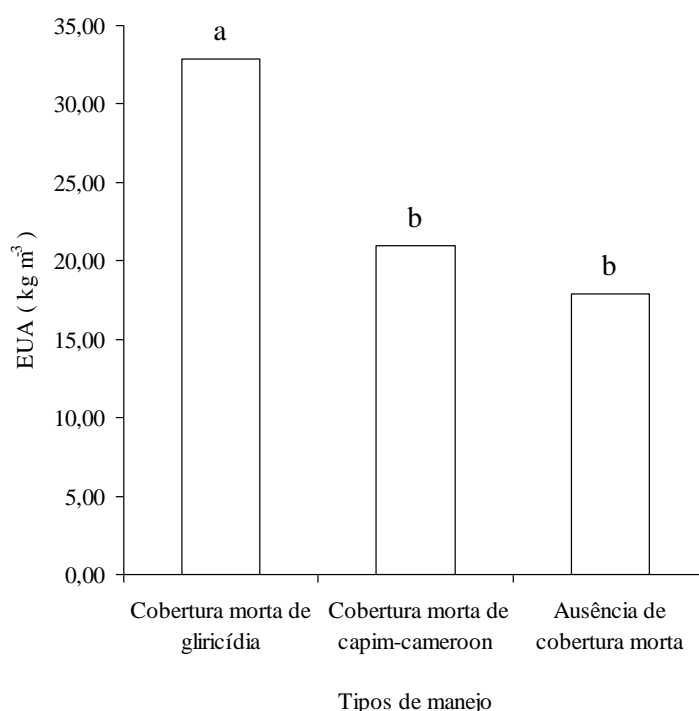
FIGURA 2. Eficiência de uso da água (EUA) no cultivo da beterraba sob diferentes coberturas mortas. **Water use efficiency (WUE) for sugar beet planting under different mulching.**

Os valores mais elevados de EUA da beterraba foram obtidos para o manejo com cobertura morta de gliricídia, configurando um maior efeito do uso da irrigação neste tratamento. O ajuste linear obtido para este tipo de manejo demonstra que somente os eventos de precipitação somados às irrigações do período de estabelecimento da cultura (85 mm) foram suficientes para suprir a demanda por água da cultura, gerando uma eficiência de 42,27 kg m<sup>-3</sup>.

Para o manejo do solo sem cobertura morta vegetal, obteve-se um ajuste quadrático para a EUA. Analisando a equação, constata-se que o ponto de máxima EUA está associado a um volume de 937,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, valor inferior àquele correspondente ao tratamento 1, caracterizado pela aplicação da lâmina de irrigação no período estabelecido, somada à precipitação efetiva.

FABEIRO et al. (2003), trabalhando com a cultura da beterraba açucareira sem cobertura morta do solo, registraram a máxima EUA (17,05 kg m<sup>-3</sup>) quando aplicaram a menor lâmina de irrigação (6.898 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). É importante ressaltar que a beterraba é uma planta C3 que apresenta adaptação ao déficit hídrico, podendo desenvolver-se em tensões de água no solo ao nível de -5,0 MPa (PIMENTEL, 1998). TAIZ (2004) refere-se a esse fenômeno como uma “aclimação que aumenta a tolerância à desidratação”.

Para a análise da Figura 3, valores relativos de EUA foram comparados entre os tipos de manejo, considerando as médias das 4 repetições por tratamento. Pode-se inferir que este incremento na produtividade, no manejo com cobertura morta de gliricídia, seja resultado da decomposição e liberação de nutrientes oriundos da palha, potencializadas, pelas condições de temperatura e umidade mais adequadas. Deste modo, com base nos valores médios das lâminas de irrigação acumulada entre os três manejos do solo, fica evidenciada a significativa superioridade do manejo com cobertura morta de gliricídia, proporcionando aumento relativo de 36% na EUA para o mesmo valor de lâmina de irrigação aplicada.



\* Barras seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

FIGURA 3. Comparação de médias da EUA entre experimentos com e sem cobertura morta no solo. **Comparison of WUE mean between experiments with and without mulching.**

Os máximos valores relativos de EUA foram de 21,01; 32,86 e 17,85 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, obtidos no manejo com capim-cameroon, gliricídia e ausência de cobertura morta, evidenciando,

também, o destacado desempenho agrônômico da beterraba com os resíduos da leguminosa. Associada a isso, a redução do gradiente de temperatura na superfície do solo devido à colocação da palha (RESENDE et al., 2005) favorece os fatores biológicos do solo, melhorando as condições de desenvolvimento das plantas. Esses resultados de pesquisa referendam a conveniência de se utilizar palha de leguminosas como cobertura morta na cultura da beterraba.

ALMEIDA et al. (2008) demonstraram que o emprego de folhas desidratadas e moídas de gliricídia (fertilizante de gliricídia) é capaz de promover aumentos no conteúdo de N-total, em rúcula e alface, superiores à cama de aviário industrial, sob doses equivalente de N-total (300 kg ha<sup>-1</sup>). Os valores percentuais de nitrogênio obtidos dos materiais fertilizantes que entraram no sistema foram de 1,47; 0,55 e 2,10%, respectivamente, para o esterco curtido de curral, palha de capim-cameroon e palha de gliricídia.

O nitrogênio acumulado nas várias partes da planta de beterraba (raiz, limbo foliar e pecíolo), ao final do ciclo produtivo da cultura, não sofreu influência das diferentes lâminas de irrigação em qualquer dos manejos. Entretanto, ocorreram diferenças significativas quanto ao tipo de manejo adotado (Tabela 2). Dessa forma, considerando as concentrações de N-total no limbo foliar e na planta inteira, a cobertura morta de gliricídia superou a cobertura morta de capim-cameroon.

TABELA 2. Nitrogênio acumulado na massa seca (MS) de plantas de beterraba cultivadas com e sem cobertura morta do solo. **Nitrogen accumulated in dry matter (DM) of beet plants grown with and without mulching.**

Partes da Planta de Beterraba	Tipo de Manejo do Solo		
	Capim-cameroon	Gliricídia	Sem cobertura
	Nitrogênio total (g 100g) <sup>(1)</sup>		
Raiz	1,49 a	1,44 a	1,21 b
Folha	3,18 b	3,51 a	3,12 b
Pecíolo	1,49 a	1,56 a	1,56 a
Planta inteira	6,16 b	6,51 a	5,89 b

<sup>(1)</sup> médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quanto às raízes, os dois tipos de cobertura morta do solo foram equivalentes, porém diferenciando-se dos valores obtidos na ausência de cobertura morta (solo descoberto). Finalmente, nos pecíolos, não foram detectadas diferenças significativas entre os experimentos, com referência à acumulação de nitrogênio. Nota-se que cerca de dois terços do nitrogênio acumulado pela beterraba encontravam-se na folhagem, sinalizando a qualidade nutricional da parte aérea (ainda pouco utilizada na culinária), possivelmente correlacionada ao seu valor protéico. É também possível que o manejo orgânico com cobertura morta da leguminosa gliricídia tenha contribuído para o percentual relativamente alto do N-total na folhagem (acima de 65%) da beterraba, superando o valor divulgado por GRANGEIRO et al. (2007), de 52,7% em cultivo convencional.

## CONCLUSÕES

Máximo valor relativo de EUA obtido com uso de cobertura morta de gliricídia está associado à lâmina de irrigação que aplicou aproximadamente 70% da ETc, e

O cultivo orgânico da beterraba irrigado por gotejamento associado à cobertura do solo com palha da leguminosa *Gliricidia sepium*, aumentou o teor de nitrogênio na planta de beterraba e demonstrou a importância da irrigação suplementar durante o inverno, na Baixada Fluminense do Rio de Janeiro.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação ‘Carlos Chagas Filho’ de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo auxílio financeiro; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida ao segundo autor.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Roma: FAO - Irrigation and drainage, 1998. p.301. (Paper, 56).
- ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D. *Sistema integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. p.39.
- 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*, Brasília, v.43, n.6, p.675-682, 2008.
- ALVES, B.J.R.; SANTOS, J.C.F. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. (Ed.). *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola*. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1994. p.409-449. (Documentos, 46).
- ANTONINO, A.C.D.; SAMPAIO, E.V.S.B.; DALL’OLIO, A.; SALCEDO, I.H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semiárido do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.1, p.29-34, 2000.
- CARVALHO, D.F.; OLIVEIRA NETO, D.H.; SILVA, D.G. Economia e eficiência de “gota em gota”. *Revista A Granja*, Porto Alegre, p.34-37, dez. 2009.
- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.14, n.2, p.1-9. 2006.
- COELHO, E.F.; CALDAS, R.C.; SANTOS, D.B.; LEDO, C.A. DA S. Número e espaçamento entre hastes de guia de onda para medida da umidade do solo com TDR. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.2, p.215-220, 2003.
- COSTA, R.N.T.; VASCONCELOS, J.P.; SILVA, L.A.; NESS, R.L.L. Interferência do excesso de água no solo e componentes de produção em beterraba. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.1, p.74-77, 2008.
- DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L. *Manual de adubação para o Rio de Janeiro*. Itaguai: Editora Universidade Rural, 1988. p.179.
- FABEIRO, C.; SANTA OLALLA, F.M.; LÓPEZ, R.; DOMÍNGUES, A. Production and quality of the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semi-arid climate. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.62, p.215-227, 2003.
- GRANGEIRO, L.C.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, B.S.; AZEVEDO, P.E.; OLIVEIRA, S.L.; MEDEIROS, M.A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.2, p.267-273, 2007.
- KEMPER, W.D. Effects of soil properties on precipitation use efficiency. *Irrigation Science*, New York, v.14, p.65-73, 1993.
- LOVELLI, S.; PERNIOLA, M.; FERRARA, A.; TOMMASO, T.D. Yield response factor to water (ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.92, p.73-80, 2007.



- MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.C.C.; CÂMARA NETO, F.G.; ALMEIDA, A.H.B.; SOUZA, J.O.; NEGREIROS, M.Z.; SOARES, S.P.F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.4, p.792-797, 2006.
- OLIVEIRA, F.F.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R. de L.D.; ESPÍNDOLA, J.A.A.; RICCI, M.F.; CEDDIA, M.B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, p.216-220, 2008.
- PIMENTEL, C. *Metabolismo do carbono na agricultura tropical*. Seropédica: Edur, 1998. 150 p.
- 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 de cenoura em cultivo de verão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.1, p.100-105, 2005.
- 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, 2008. 4 p. (Comunicado Técnico, 112).
- SILVA, CR.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, T.J.A.; ALVES JUNIOR, J.; SOUZA, C.F.; RIBEIRO, R.V. Water relations and photosynthesis as criteria for adequate irrigation management in 'tahiti' lime trees. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.62, n.5, p.415-422, 2005.
- SOUSA, V.F.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; VIANA, T.V.A. Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.3, p. 302-306, 2005.
- SOUZA, C.F.; FOLEGATTI, M.V.; MATSURA, E.E.; OR, D. Calibração da Relectometria no Domínio do Tempo (TDR) para a estimativa da concentração da solução no solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.282-291, 2006a.
- SOUZA, C.F.; MATSURA, E.E.; FOLEGATTI, M.V.; COELHO, E.F.; OR, D. Sondas de TDR para a estimativa da umidade e da condutividade elétrica do solo. *Irriga*, Botucatu, v.11, n.1, p.12-25, 2006b.
- TAIZ, L. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.616-619.
- TOPP, G.C.; DAVIS, J.L.; ANNAN, A.P. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. *Water Resources Research*, Washington, v.16, n.3, p.574-582, 1980.
- VILLELA, A.L.O. *Variabilidade espacial da qualidade físico-hídrica do solo de um sistema em produção agroecológica*. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.