

Rodolpho A. S. Lima^{1*}

Samuel Silva²

Marcos A. L. Santos³

José Dantas Neto⁴

José A.C. Wanderley⁵

Francisco C. G. Alvino⁶

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/06/2013. Aprovado em 04/09/2013.

¹ Mestrando em Agronomia na UNESP-Botucatu-SP, Brasil, rodolphoartur@hotmail.com*;

² Mestrando em Engenharia Agrícola na UFCG, sam_capela@hotmail.com;

³ Mestrando em Agronomia na UNESP-Botucatu-SP, Brasil, liodorio@hotmail.com;

⁴ Prof. Dr. do CTRN/UFCG, zedantas1955@gmail.com;

⁵ Doutorando em Engenharia Agrícola na UFCG, Alberto_agronomo@hotmail.com;

⁶ Graduando em Agronomia pela UFCG, cassioalvino@hotmail.com.



Eficiência no uso da água por cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com e sem cobertura morta

RESUMO

O uso de cobertura vegetal morta é essencial para diminuir a perda de água no solo por evaporação e aumentar a eficiência no uso da água (EUA) pelas culturas. Assim, objetivou-se nesse trabalho foi comparar a EUA por cultivares de feijão com e sem cobertura morta na região de Rio Largo, Alagoas, no período de 05 de novembro de 2007 a 28 de janeiro de 2008. As variedades plantadas foram BRS Valente, BRS princesa e BRS Timbó. O material vegetal utilizado como cobertura morta foi colocado em quantidade suficiente para se ter camada de 3 a 5 cm. A chuva efetiva total mais a irrigação somaram 392 mm e a evapotranspiração real da cultura foi 393 mm. As variedades diferiram a 5% de probabilidade de erro pelo teste F para peso de cem grãos e rendimento de grãos. O uso de cobertura morta diferiu a 5% de probabilidade de erro apenas para peso de cem grãos. Não houve interação significativa entre as variedades e o uso de cobertura morta vegetal. A EUA foi maior para a cultivar BRS Valente, a qual produziu em média 3,79 kg de grãos por mm de água.

Palavras-Chaves: irrigação, cobertura vegetal, competição de variedades.

Water use efficiency per bean cultivars (Phaseolus vulgaris L.) with and without mulch

ABSTRACT

SUMMARY: The use of mulch is essential to minimize the loss of water in the soil per evaporation and increase the water use efficiency (WUE) by crops. Thus, the aim of this study was to compare the WUE per bean cultivars with and without mulch in the region of Rio Largo, Alagoas, in the period of 05 November 2007 to 28 January 2008. The cultivars planted were BRS Valente, BRS Princesa and BRS Timbó. The plant material used as mulch was placed in an amount sufficient to have layer height of 3 to 5 cm. The total effective rainfall more irrigation total ed 392mm and the actual crop evapotranspiration was 393mm. The varieties differed at 5% level of probability of error by F test for weight of hundred grains and grain yield. The use of mulch differed at 5% probability of error only to the weight of hundred grains. No significant interaction between the varieties and the use of mulch. The WUE was higher for BRS Valente, which produced in average 3.79 kg of grain perm of water.

Key words: irrigation, mulch, competition of cultivars.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas de grande importância socioeconômica para o Brasil, sendo cultivado por pequenos e grandes produtores, (ANTONIO et al., 2000). No estado de Alagoas, a cultura do feijão é semeada no início do período úmido (LIMA et al., 2011; SOUZA & PACE, 1991) para garantir que parte do seu ciclo ocorra sob condições hídricas favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento (CARVALHO et al., 2013; AZEVEDO & MACIEL, 1993; SIVAKUMAR, 1988). Porém, em alguns anos observam-se períodos de déficit hídrico nas fases finais de desenvolvimento da cultura, pois 70% das chuvas ocorrem de abril a agosto, enquanto que no restante do ano observa-se um período seco (SOUZA et al., 2004). Devido a essa irregularidade das chuvas, a necessidade hídrica da cultura muitas vezes não é atendida e o estresse hídrico afeta a produtividade, principalmente quando este ocorre nas fases de reprodução e enchimento de grãos, em que, nos casos extremos, há perda total da produção. Assim, para mitigar ou anular os efeitos danosos da deficiência hídrica precisa-se de técnicas que aumentem a eficiência no uso da água, em que, dentre as principais técnicas utilizadas para esse fim está a irrigação (FARIAS et al., 2008), o uso de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas da região (ALVES et al., 1998) e o uso de cobertura morta.

A demanda hídrica do feijoeiro é influenciada por uma série de fatores como época e local de semeadura, variedade, condições edafoclimáticas e estágio de desenvolvimento (MOREIRA et al., 1996). Conforme Doorenbos & Kassam (1979), a quantidade de água requerida pela cultura, para obtenção de máxima produtividade, varia entre 300 e 500 mm. Devido à baixa capacidade de recuperação após deficiência hídrica e sistema radicular pouco desenvolvido, o feijoeiro é considerado uma planta sensível ao estresse hídrico (GUIMARÃES, 1996). Fageria et al. (1991) descrevem que a fase da planta mais sensível ao déficit hídrico é a reprodutiva, sendo altamente vulnerável desde o início da floração até o início da formação das vagens. Deste modo, o uso de irrigação e seu manejo adequado se tornam imprescindíveis quando o cultivo do feijoeiro ocorre em regiões de baixa precipitação pluvial.

A utilização de variedades responsivas à irrigação é necessária quando esta técnica for utilizada. Além disso, Costa et al. (1997) dizem que é necessário desenvolver variedades para cultivo de sequeiro, as quais devem ter alta produtividade e menor demanda por insumos. Esses estudos sobre adaptação do feijoeiro à seca envolvem efeitos da falta de água e os mecanismos de adaptação (SINGH, 1995), em que se observa a relação entre consumo de água e produtividade. Com base nesse conhecimento, pode-se fazer a seleção de variedades em ambiente ótimo ou testando a capacidade de resposta a níveis de déficit hídrico.

Assim como as técnicas citadas anteriormente, a cobertura morta também é bastante utilizada para reduzir o estresse hídrico na planta. O uso de material vegetal para cobrir o solo objetiva manter a umidade no mesmo, reduzir a infestação de ervas daninhas, evitar a erosão, aumentar a atividade microbológica do solo, diminuir o escoamento superficial, aumentar a capacidade de infiltração (SILVA et al., 2006), potencializar a eficiência do uso da água e reduzir as perdas de água no solo por evaporação (BARROS & HANKS, 1993).

Tendo em vista os benefícios da irrigação e da cobertura morta para o cultivo do feijoeiro, objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência no uso da água por cultivares de feijão irrigado com e sem cobertura morta, na Região de Rio Largo-AL.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – AL (09°28'02"S; 35°49'43"W; 127m), no período de 05 novembro de 2007 a 28 Janeiro de 2008. A área do experimento foi de 360 m². O solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso argissólico, de textura média/argilosa (CARVALHO, 2003). O clima da região foi caracterizado, pela classificação de Thornthwaite e Mather, como quente e úmido (B₁), megatérmico (A'), com deficiência de água moderada no verão (s) e grande excesso de água no inverno (w₂). A precipitação pluvial média da região é de 1.800 mm, a temperatura média anual é de 25,4°C e a umidade relativa do ar de 70% (SOUZA et al., 2004).

O delineamento estatístico foi blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 2, em que as parcelas de 15 m² foram compostas por 6 fileiras de 5,0m de comprimento espaçadas de 0,5m, procurando-se obter 10 plantas por metro linear. As variedades cultivadas foram BRS Valente, BRS princesa e BRS Timbó. O plantio foi realizado no dia 05 de novembro de 2007, em que os sulcos foram abertos manualmente e foram semeadas 4 sementes a cada 20cm para garantir a germinação e stand de 200.000 plantas por hectare. O material utilizado como cobertura morta na superfície do solo foi material vegetal cortado e seco, colocado logo após o plantio na quantidade apenas para cobrir o solo, resultando em uma camada de 3 a 5 cm. Realizou-se o desbaste 10 dias após a semeadura deixando 2 plantas a cada 20 cm.

Foi feita uma aplicação com inseticida Sevin 480sc na dose de 2,0 L ha⁻¹ para o controle de vaquinha e lagartas. O controle de ervas daninhas foi feito com capina manual aos 25 dias após o plantio. Depois desse período não houve necessidade de outras capinas nem de pulverizações com inseticidas, pois as entrelinhas já se encontravam fechadas pela cultura e não houve mais incidência de pragas.

A irrigação foi feita através de sistema de aspersão convencional, em que foram utilizados aspersores com

bocais de 4,0 x 2,8 mm, vazão nominal de 1,29 m³ h⁻¹ para pressão de 20 mca, distribuídos no espaçamento de 12 x 12 m, de modo que cada aspersor cobria uma área de 144 m². Utilizou-se lâmina fixa de 9,0 mm dia⁻¹ e o turno de rega variou em função da evapotranspiração diária da cultura, a qual foi estimada com dados obtidos numa estação meteorológica automática instalada a 100 m do experimento.

A evapotranspiração da cultura foi calculada como:

$$ETc = Kc \times ET_0 \quad (01)$$

Em que ETc é a evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); Kc é o coeficiente da cultura (adimensional); e ET₀ é a evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹), calculada pelo método de Penman-Monteith através da Eq. 2:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \left(\gamma \frac{900}{T + 273} \right) u_2 (e_s - e)}{\Delta + [\gamma (1 + 0,34 u_2)]} \quad (02)$$

Em que, ET₀ é a evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Δ é a inclinação da curva da pressão de vapor d'água saturado versus temperatura do ar (kPa °C⁻¹); R_n é o Saldo de radiação medida em campo (MJ m⁻² dia⁻¹); G é o fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹); γ é o Coeficiente psicrométrico; T é a temperatura média do ar; U₂ é a velocidade média do vento a 2m de altura (m s⁻¹); e_s é a pressão de saturação do vapor d'água do ar (kPa) e e é a pressão do vapor d'água do ar (kPa).

O coeficiente da cultura foi ajustado para as condições climáticas locais, em que o Kc inicial foi ajustado pelo método gráfico descrito no boletim FAO-56 e o Kc intermediário e final foram ajustados através da Eq. 3, conforme Allen et al. (1998).

$$K_c = K_{c(Tab)} + [0,04(u_2 - 2) - 0,004(RH_{Min} - 45)] \left(\frac{h}{3} \right)^{0,3} \quad (03)$$

Em que, K_c é o coeficiente basal da cultura; K_{c,Tab} é o valor tabelado pela FAO para feijão; u₂ (m s⁻¹) é a velocidade média do vento a 2,0 m de altura sobre a grama durante o estágio intermediário ou final; RH_{min}(%) é o valor médio da umidade relativa do ar diária mínima durante o estágio intermediário ou final; e h (m) é a altura média do dossel vegetativo da cultura.

Após o ajuste o Kc teve os valores conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Duração das fases e Kc do feijão comum, adotados para o balanço de água no solo

Fase	Duração	Kc
Inicial	15	0,8
Crescimento	20	-
Intermediária	30	1,15
Final	20	0,35

A evapotranspiração real da cultura (ET_r) foi determinada pela Eq. 4.

$$ETr = K_s \times Kc \times ET_0 \quad (04)$$

Em que ET_r é a evapotranspiração real da cultura (mm dia⁻¹); K_c é o coeficiente da cultura; e K_s representa os efeitos do déficit de água no solo na zona radicular sobre a ET_c, sendo calculado pela Eq. 5.

$$K_s = \frac{CAD - D_{r-1}}{(1 - p)CAD} \quad (05)$$

Em que K_s é o fator de redução da ET_c dependente da água disponível do solo (0 – 1); D_{r-1} é a depleção hídrica na zona radicular do dia anterior (mm); CAD é a capacidade total de água disponível na zona radicular (mm); p é a fração da CAD que a cultura pode extrair da zona radicular sem sofrer estresse de água, o qual neste trabalho foi de 0,5 para profundidade da raiz variando de 0,15 a 0,40 m e sistema de irrigação por aspersão. Estes parâmetros são utilizados no balanço de água na zona radicular da cultura e são amplamente discutidos por Allen et al. (1998), Lyra et al. (2007a), Lyra et al. (2007b) e Silva et al. (2012).

A colheita foi realizada no dia 28 de janeiro de 2008. A produtividade do feijoeiro foi determinada através do peso médio dos grãos e de vagens, em que as amostras foram retiradas nas duas fileiras centrais de cada parcela e expostas ao sol até atingir a umidade ideal de armazenamento. O peso médio de 100 grãos foi determinado a partir de três amostras de 100 grãos do total produzido de cada parcela útil. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F.

Através dos dados de rendimento de grãos e da ET_c determinou-se a eficiência no uso da água pelas variedades de feijoeiro, conforme a Eq. 6 proposta por Hatfield et al. (2001).

$$EUA = \frac{Y}{ET} \quad (06)$$

Em que EUA é a eficiência no uso da água (kg mm⁻¹); Y é a produtividade de grãos da cultura (kg ha⁻²); e ET é a evapotranspiração da cultura (mm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do ar durante o ciclo da cultura variou de 17° C (8 de novembro de 2007) a 33°C (16 de dezembro de 2007), com média geral de 24°C (Figura A). Assim, esteve próxima da faixa ideal estabelecida por Dourado Neto & Fancelli (2000), a qual está entre 15 e 29° C durante todo o seu ciclo de desenvolvimento. A precipitação total durante o ciclo de produção da cultura foi de 180 mm distribuídos em 35 eventos com máxima de 46,5 mm dia⁻¹ (aos 6 DAP) e média de 5,2 mm por evento

(Figura B). Porém, apenas 47% (95 mm) dessa chuva ficaram disponíveis para a cultura, sendo o restante (85 mm) considerado perdas por percolação devido à alta intensidade da precipitação em alguns dias. Por exemplo, em apenas 6 eventos o total de chuva foi de 136 mm com média de 22,7 mm por evento, sendo esse valor bastante superior à demanda de água diária da cultura. Assim, a chuva total efetiva foi inferior à necessidade hídrica total da cultura, que é 300 a 500 mm (DOOREMBOS & KASSAM, 1979), e foi preciso fazer uso de irrigação para suprir a deficiência hídrica durante todo o ciclo de cultivo.

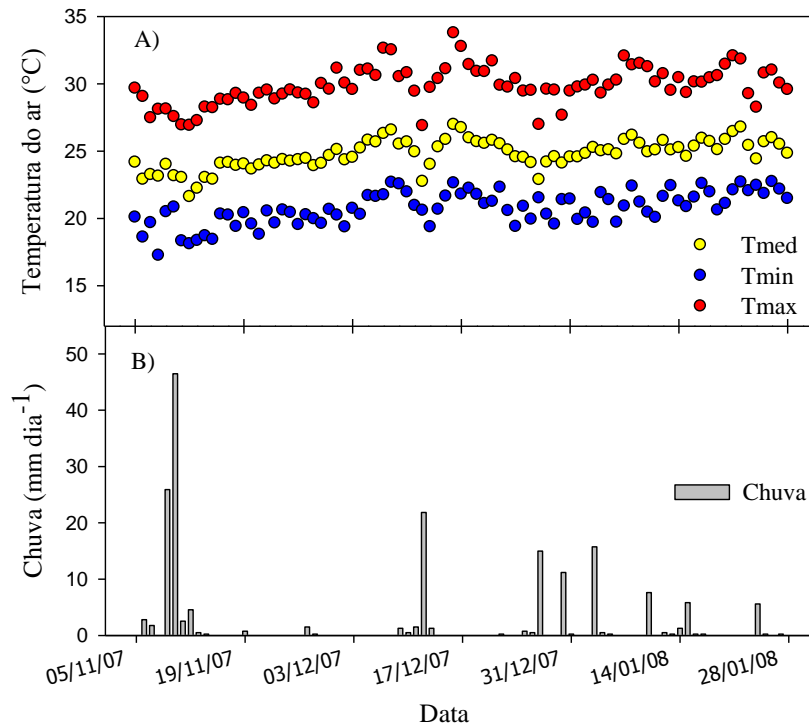


Figura 1. A: Temperatura do ar mínima (T_{mín}), máxima (T_{máx}) e média (T_{méd}). **B:** Precipitação pluvial na região de Rio Largo – AL, no período de 05 de novembro de 2007 a 28 de janeiro de 2008

O total de água utilizada na irrigação durante o experimento foi de 297 mm distribuídos em 33 eventos, os quais ocorreram em função da depleção de água no solo causada pela demanda hídrica diária da cultura (Figura 2). Com isso, o armazenamento de água no solo (ARM) esteve sempre acima da água facilmente disponível até dez dias antes da colheita. Isso foi causado pela suspensão

da irrigação nesse período devido à época de maturação e secagem dos grãos. O total de irrigação mais a chuva efetiva somaram 392 mm, estando próximo da evapotranspiração real da cultura (ET_r) total no ciclo que foi 393 mm. A ET_r diária teve valor máximo de 7,3 mm dia⁻¹ (42 DAP), mínimo de 0,8 mm dia⁻¹ (81 DAP) e média de 4,3 mm dia⁻¹.

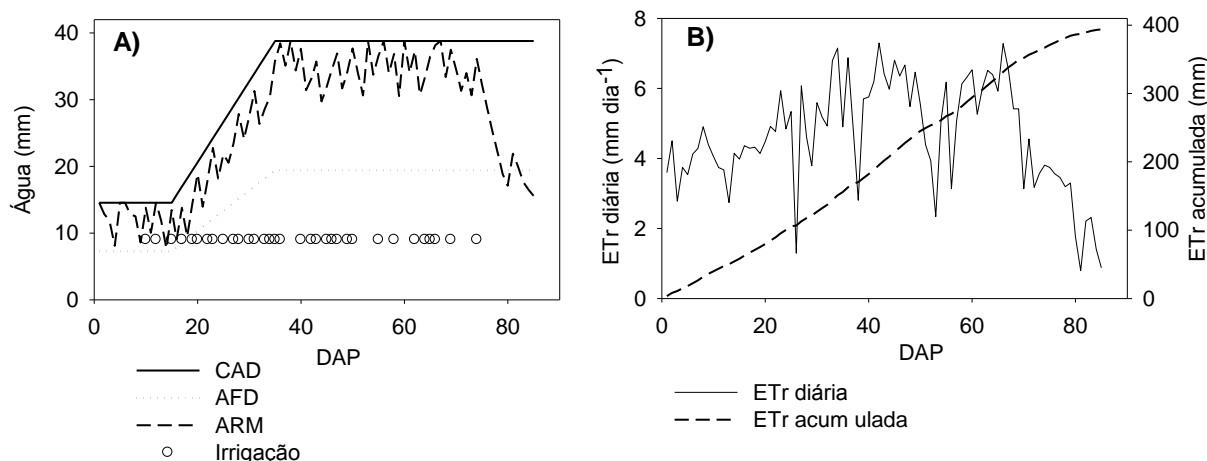


Figura 2. A: Armazenamento de água no solo (ARM, mm) e Lâminas líquidas de irrigação (mm), em que CAD é a capacidade de água disponível e AFD é água facilmente disponível. **B:** Evapotranspiração real do feijoeiro, diária e acumulada, na região de Rio Largo – AL, no período de 05 de novembro de 2007 a 28 de janeiro de 2008

Bizari et al. (2009), estudando o consumo hídrico do feijoeiro irrigado na região de Campinas-SP, mediram ETc de 223,5mm/260,6mm em sistema de plantio direto e convencional, respectivamente. Junqueira et al. (2004), trabalhando com a mesma cultura, encontrou um consumo de água de 274 mm. Moreira et al. (1996), testando tipos de preparo do solo para a cultura do feijoeiro, observou que com preparo do solo convencional foi preciso aplicar lâmina total de irrigação de 536 mm para se obter

produtividade acima de 2.000 kg ha⁻¹, enquanto que sob plantio direto foram necessários 382 mm.

O resultado do teste F indicou que houve diferença significativa (p<0,05) entre as variedades apenas para o peso de 100 grãos e rendimento de grãos (Tabela 2). O uso de cobertura morta foi significativo (p<0,05) apenas para o peso de 100 grãos. No entanto, não houve diferença estatística na interação entre os dois fatores para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para os quadrados médios dos caracteres: peso de 100 grãos, número de grãos por vagens, número de vagens por planta, rendimento de grãos e rendimento de vagens do feijoeiro comum, na região de Rio Largo-AL, no período de 05 de novembro de 2007 a 28 de janeiro de 2008

	FV	PCG	NGV	NVP	RG	RV
Bloco		0,66	0,24	7,34	59675,26	259731,88
Variedade		96,83**	0,09	3,59	444381,29 **	218313,37
Cobertura		18,72**	0,77	0,000417	16801,04	151686
Variedade x cobertura		0,34	0,06	1,08	31376,04	50299,62
Resíduo 1		0,33	0,24	0,63	98,51	864,08
Resíduo 2		1,83	0,51	10,76	40254,61	84749,66
Média		20,88	4,7	12,69	1215,9	1498
CV 1 (%)		2,75	10,47	6,28	8,13	19,62
CV 2(%)		6,48	15,27	25,85	16,5	19,4

* significativo a p < 0,05 de probabilidade pelo Teste F; (FV) - fator de variação; (GL) - grau de liberdade; (PCG) - Peso de 100 grãos, (NGV) - Numero de grãos por vagens, (NVP) - Número de vagens por planta, (RG) - rendimento de grãos, (RV) - Rendimento de vagens.

A produtividade de grãos da variedade BRS Timbó no tratamento com cobertura foi de 953 kg ha⁻¹ e no tratamento sem cobertura 1.176 kg ha⁻¹, com média entre os dois tratamentos de 1.065 kg ha⁻¹ (Figura 3). A variedade BRS Princesa, quando cultivada com cobertura morta, apresentou produtividade de 1.120 kg ha⁻¹ mas quando sem cobertura produziu 1.098 kg ha⁻¹, em que a média dos dois tratamentos foi de 1.109 kg ha⁻¹. A

variedade BRS Valente teve produtividade de grãos de 1.494 kg ha⁻¹ e 1.478 kg ha⁻¹ no tratamento com e sem cobertura, respectivamente, sendo a média igual a 1.486 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos da BRS Timbó foi em torno de 4% menor que a BRS Princesa e 29% menor que a BRS Valente. Porém, a BRS Valente produziu em torno de 26% a mais que a BRS Princesa. A média geral de produtividade foi de 1.120 kg ha⁻¹.

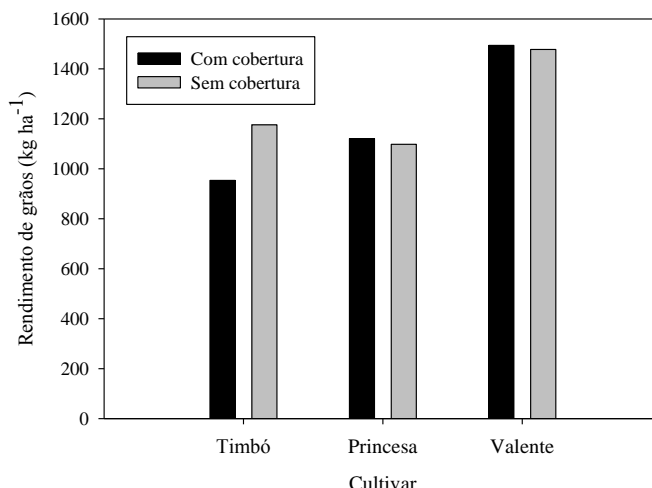


Figura 3. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de três variedades de feijoeiro comum (BRS Timbó, BRS Princesa, BRS Valente), cultivadas com e sem cobertura morta na região de Rio Largo-AL, no período de 05 de novembro de 2007 a 28 de janeiro de 2008

Pereira et al. (2002) estudaram o efeito de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro e obtiveram produtividades de grãos entre 1.817 e 1.883 kg ha⁻¹. Conforme Silveira & Moreira (1990), quanto maiores e mais apropriados os níveis tecnológicos utilizados pelos produtores, os rendimentos das lavouras são mais elevados, podendo ultrapassar 3.000 kg ha⁻¹.

A eficiência no uso da água (EUA) foi maior para a cultivar BRS Valente, a qual produziu em média 3,81 kg (0,381 kg m⁻³) e 3,77 kg (0,377 kg m⁻³) por mm de água quando cultivada com e sem cobertura, respectivamente, sendo a média igual a 3,79 kg mm⁻¹ (0,379 kg m⁻³). A

segunda variedade mais eficiente no uso da água foi a BRS Princesa com 2,86 kg mm⁻¹ (0,286 kg m⁻³) e 2,80 kg mm⁻¹ (0,280 kg m⁻³) com e sem cobertura, respectivamente, e média de 2,83 kg mm⁻¹ (0,283 kg m⁻³). A EUA da BRS Timbó foi de apenas 2,43 kg mm⁻¹ (0,243 kg m⁻³) e 3,00 kg mm⁻¹ (0,300 kg m⁻³) quando cultivada com e sem cobertura, respectivamente, com média de 2,72 kg mm⁻¹ (0,272 kg m⁻³). Assim, apenas a cultivar BRS Valente obteve EUA dentro do intervalo recomendado para o feijoeiro por Doorenbos e Kassan (1979), que é na ordem de 0,30 a 0,60 kg m⁻³ para grãos com teor de 10% de umidade.

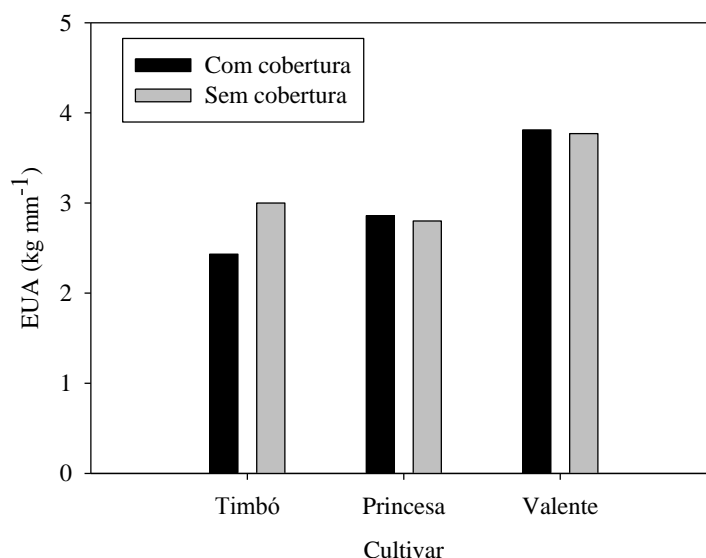


Figura 4. Eficiência no uso da água (EUA) em kg mm⁻¹ de três variedades de feijoeiro comum (BRS Timbó, BRS Princesa, BRS Valente), cultivadas com e sem cobertura morta na região de Rio Largo-AL, no período de 05 de novembro de 2007 a 28 de janeiro de 2008

Barros e Hanks (1993), estudaram o efeito de cobertura morta e solo nu no cultivo do feijoeiro e

encontraram valores máximos de 0,65 kg m⁻³ e 0,75 kg m⁻³, respectivamente, para a EUA com base na matéria seca

de grãos. Calvache et al. (1997) mediram a EUA da cultivar INIAP 4040 em função de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e obtiveram valores entre 0,46 e 0,92 kg m⁻³.

Bizari et al. (2009), observaram que a EUA do feijoeiro em sistema de plantio direto foi de 10,46 kg ha⁻¹ mm⁻¹, sendo 45% maior que no sistema de plantio convencional, o qual teve EUA de 5,72 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Andrade et al. (2002) também verificaram maior EUA pelo sistema de plantio direto aliado ao uso de cobertura morta no solo, com valores acima de 10,00 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Isso indica que a cobertura morta é fundamental no processo de redução das perdas de água por evaporação e, conseqüentemente, aumenta a disponibilidade de água para as plantas em comparação com o sistema de cultivo convencional.

CONCLUSÕES

A cultivar BRS Valente apresentou os melhores resultados de produtividades, sendo mais eficiente que as cultivares BRS Princesa e BRS Timbó.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem cobertura morta sobre as variedades.

REFERÊNCIAS

- 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).
- ALVES, J. M. B.; CAMPOS, J. N. B.; SOUZA, E. B.; REPELLI, C. A. Produção agrícola de subsistência no estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrência de El Niño e La Nina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.249-256, 1998.
- ANDRADE, R. S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.35-38, 2002.
- ANTONIO, A. C. D.; SAMPAIO E. V. S. D.; OLIO, A. D.; SALCEDO, I. H. Balanço Hídrico em solos com cultivos de subsistência no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 29-34, 2000.
- AZEVEDO, P. V.; MACIEL, G. F. Estação de cultivo e época de semeadura para o algodão herbáceo na região de Sousa-PB. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v.1, n.1, p.81-85, 1993.
- BARROS, L. C. G.; HANKS, R. J. Evapotranspiration and yield of bean as affected by mulch and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.3, p.692-697, 1993.
- BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; ROQUE, M. W.; SOUZA, A. L. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistemas plantio direto e Convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2073-2079, 2009.
- CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; SILVA, E. C. Estação chuvosa e de cultivo para a região de Rio Largo, Alagoas baseada em métodos diretos e sua relação com o El Niño – Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.2, p.192-198, 2013.
- CARVALHO, O.M: **Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio-largo, cultivados com cana-de-açúcar**. 2003. 74p. (Dissertação mestrado em agronomia) - Rio Largo: Universidade Federal de Alagoas, 2003.
- CALVACHE, A. M.; REICHARDT, K.; MALAVOLTA, E.; BACCHI, O. O. S. Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso da água em uma cultura do feijão. **Scientia Agrícola**, v.54, n.3, p.232-240, 1997.
- COSTA, M. M. M. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; MELO, F. I. O. Produção, componentes de produção, crescimento e distribuição das raízes de caupi submetido à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.43-50, 1997.
- DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome, FAO – Food and Agriculture Organization, 1979, 193p. (Irrigation and Drainage Paper 33).
- DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Descrição dos estádios fenológicos e ecofisiologia**. In: Produção de feijão. Guaíba: Agropecuária, 2000, p. 33-45.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. Common bean and cowpea. In: FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. (Ed.). **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, 1991. p.280-318.
- FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M. DANTAS NETO, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n. 4, p.356-362, 2008.
- GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.139-168.
- HATFIELD, J. L.; SAUER, T. J.; PRUEGER, J. H. Managing soils to achieve greater water use efficiency: a

review. **Agronomy Journal**, Wisconsin, v.93, p.271-280, 2001.

JUNQUEIRA, A. M.; ANDRÉ, R. G. B.; PINHEIRO, F. M. A. Consumo de água pelo feijoeiro comum, cv. Carioca. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.1, p.51-56, 2004.

LIMA, J. S.; ASSUNÇÃO, I. P.; TEODORO, I.; LIMA, G. S. A.; MICHEREFF, S. J. Influência do sistema de irrigação na incidência e nas perdas ocasionadas pelo Mosaico Dourado do Feijoeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília-DF, vol.36, n.1, p.050-053, 2011.

LYRA, G. B.; SEDIYAMA, G. C.; LYRA, G. B.; PEREIRA, A. R.; SOUZA, E. F. Evapotranspiração da Cultura de Cana de Açúcar na Região de Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas: Coeficiente da Cultura “Único” Padrão Boletim FAO-56. **Revista da STAB**, Piracicaba, v.25, n.4, p.40-43, 2007a.

LYRA, G. B.; PEREIRA, A. R.; LYRA, G. B.; SEDIYAMA, G. C.; MAIA, S. M. F. Evapotranspiração da cultura de cana-de-açúcar na região de Tabuleiros Costeiros do estado de Alagoas: coeficiente da cultura “dual” padrão boletim FAO-56. **Revista da STAB**, Piracicaba, v. 25, n.5, p.44-51, 2007b.

MOREIRA, J.A.A.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.465-522.

PEREIRA, A. L.; MOREIRA, J. A. A.; KLAR, A. E. Efeito de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irriga**, Botucatu, v.7, n.1, 2002.

SILVA, F. A. M.; PINTO, H. S.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; AFFHOLDE, F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto, e soja utilizada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, n.5, p.717-724, 2006.

SILVA, S.; TEODORO, I.; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L.; DANTAS NETO, J. Adaptação do método de Kc “dual” (FAO-56) para a cana-de-açúcar irrigada por gotejamento. **ABEAS**, Brasília-DF, v.27, n.2, p.87-93, 2012.

SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas e água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.63-7, 1990.

SINGH, S. P. Selection for water-stress tolerance in interracial population of common bean. **Crop Science**, Madison, v.35, p.118-124, 1995.

SIVAKUMAR, M. V. K. Predicting rainy season potential from the onset of rains in the Sahelian and Sudanian Climatic zones of West Africa. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.42, p. 295-305. 1988.

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na Região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.2, p. 131-141, 2004.

SOUZA, J. L.; PACE, E. L. Relação hídrica e fenologia de cultura em Rio Largo AL. **Ciência Agrícola**, Rio Largo-AL, v.1, n.1, p.1-6, 1991.