



Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo¹



Rui da S. Andrade², José A. A. Moreira³, Luís F. Stone⁴ & Jacinto de A. Carvalho⁵

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Rua da Glória 16, CEP 75140-630, Anápolis, GO. Fone: (62) 311-4696. E-mail andradersilva@aol.com (Foto)

³ Embrapa Arroz e Feijão, C.P. 179, CEP 753750-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone: (62) 533-2187. E-mail: jalosio@cnpaf.embrapa.br

⁴ Embrapa Arroz e Feijão. Fone: (62) 533-2186. E-mail: stone@cnpaf.embrapa.br

⁵ UFLA. Rua Cristiano Silva, 140, Centro, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 3821-7115. E-mail: jacinto@uffa.br

Protocolo 069 - 15/5/2001

Resumo: Grande parte do feijoeiro irrigado da região dos Cerrados é cultivado no sistema plantio direto, na palhada da cultura anterior. O nível de cobertura do solo pela palhada afeta o requerimento de água e reflete no manejo da irrigação. O objetivo deste trabalho foi determinar coeficientes relativos de cultura (K_c) para o feijoeiro, cultivar Pérola, sob plantio direto, em relação a diferentes porcentagens de cobertura morta do solo. O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) da Embrapa, em Santo Antônio de Goiás, GO, em um Latossolo Vermelho perférrico, em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco porcentagens de cobertura morta: 0, 25, 50, 75 e 100%. Utilizou-se o balanço hídrico de campo para determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c). O K_c foi obtido pela relação entre a ET_c e a evapotranspiração de referência (ET_o). A ET_o foi determinada com base na evaporação do tanque Classe A. A ET_c apresentou valores menores à medida que aumentou a porcentagem de cobertura do solo. Os valores máximos de K_c foram iguais a 1,25, 1,24, 1,15, 1,12 e 1,01, respectivamente, para os tratamentos 0, 25, 50, 75 e 100% de cobertura.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., economia de água, irrigação, cobertura morta

Relative water consumption of common bean under no-tillage in relation to percentage of soil cover by mulch

Abstract: In Brazilian Savannas, large part of irrigated common bean is cultivated under no-tillage system. The ground mulch reduces water requirement of common bean, which affects the management of irrigation. The present study was conducted to determine relative crop coefficients (K_c) under no-tillage system, related to the percentage of soil covered by mulch. The experiment was conducted at Embrapa - Rice & Bean Experimental Station, located in the municipality of Santo Antônio de Goiás, GO, in an Oxisol, in a randomized block design, with four replications. The treatments were five different percentages of soil cover with sorghum mulch: 0, 25, 50, 75, and 100%. Crop evapotranspiration (ET_c) was determined using field water balance approach. K_c was determined by the relationship between ET_c and reference evapotranspiration (ET_o). ET_o was determined based on Class A pan evaporation. The ET_c decreased as the percentage of soil cover increased. The maximum K_c values were 1.25, 1.24, 1.15, 1.12 and 1.01 for the percentages of soil cover of 0, 25, 50, 75 and 100%, respectively.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., water economy, irrigation, mulch

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro apresenta alto potencial para a produção agropecuária e, nos últimos anos, tem elevado significativamente sua participação na produção nacional de alimentos e matérias-primas (Ker et al., 1992). Nesta região, a principal alternativa para o cultivo no outono-inverno, com irrigação, é a cultura do feijoeiro. Ultimamente, extensas áreas com esta

cultura vêm sendo conduzidas no sistema plantio direto, na palhada da cultura anterior.

A palhada na superfície do solo altera a relação solo-água, pois previne a evaporação reduzindo, assim, a taxa de evapotranspiração das culturas, e propicia aumento do intervalo entre irrigações, o que diminui a frequência do uso desta tecnologia. Deste modo, espera-se que, com o incremento do nível de cobertura do solo, haja economia significativa nos

custos de operação do sistema de irrigação (Stone & Moreira, 2000). Barros & Hanks (1993) e Moreira & Stone (1995) observaram maior eficiência do uso da água no sistema de plantio direto com cobertura morta, em relação a outros sistemas de preparo do solo. Portanto, os parâmetros de manejo da irrigação determinados para as condições de preparo convencional do solo, nem sempre atendem às necessidades para o manejo em condições de plantio direto.

O coeficiente de cultura tem sido usado para se estimar a necessidade hídrica das culturas, e seu conhecimento em distintos estádios de desenvolvimento é importante para o manejo da irrigação. Assim, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de se determinar, para diversos estádios da cultura do feijoeiro, coeficientes de cultura em resposta a diferentes porcentagens de cobertura do solo pela palhada, para serem usados no manejo da irrigação do feijoeiro, no sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob plantio direto, no Centro Nacional de Arroz e Feijão (CNPAF) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) situado no município de Santo Antônio de Goiás, Goiás, de coordenadas geográficas 16° 28' 00" latitude sul, 49° 17' 00" longitude oeste e a uma altitude de 823 m, em um Latossolo Vermelho perférrico.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco diferentes porcentagens de cobertura morta proveniente de palhada de sorgo, resíduo da cultura anterior: 0, 25, 50, 75 e 100%. Estas porcentagens foram estabelecidas pela adição ou retirada da palhada do sorgo, com o auxílio de fotografias digitais analisadas pelo software SIARCS 3.0 (Jorge, 1996).

A cultivar de feijoeiro utilizada foi a Pérola, no espaçamento de 0,45 m, com 15 sementes por metro. O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão, sendo a operação iniciada todas as vezes em que os tensiômetros de decisão acusavam a média de 30-35 kPa (Silveira & Stone, 1994).

Utilizou-se da metodologia do balanço hídrico de campo para determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c):

$$ET_c = P + I \pm D \pm R - \Delta h \quad (1)$$

em que:

- ET_c - evapotranspiração da cultura, mm
- P - precipitação pluvial, mm
- I - irrigação, mm
- D - drenagem interna, mm
- R - deflúvio superficial, mm
- Δh - variação do armazenamento, mm

A precipitação (P) e a irrigação (I) foram registradas por coletores instalados no experimento. Não houve escoamento de água para dentro nem para fora da área, porquanto o deflúvio superficial (R) foi considerado zero.

Para determinação da variação de armazenagem $\Delta h = h_1 - h_2$ até a profundidade de 30 cm, empregou-se a regra de Simpson para cálculos das armazenagens h_1 e h_2 nos tempos t_1 e t_2 de

leituras registradas pela sonda de nêutrons e, para o cálculo da drenagem interna, utilizou-se a equação de fluxo de Darcy-Buckingham (Libardi, 1999):

$$q_z = -K(\theta) \partial\phi/\partial z \quad (2)$$

em que:

- q_z - densidade de fluxo da água no solo, mm d⁻¹
- $K(\theta)$ - condutividade hidráulica do solo, mm d⁻¹
- $\partial\phi/\partial z$ - gradiente de potencial total, m m⁻¹

A condutividade hidráulica baseou-se no Método do Perfil Instantâneo (MPI) *in situ*, para o lençol freático ausente, proposto por Hillel et al. (1972). Para tanto, um teste foi realizado ao lado do experimento, para determinação da função condutividade hidráulica $K(\theta)$ em cm ha⁻¹. A expressão obtida para $z = 30$ cm foi:

$$K(\theta) = 1,1918 \times 10^{-21} e^{128\theta} \quad R^2 = 0,999^{**} \quad (3)$$

O gradiente de potencial total foi estimado com o auxílio da curva característica de retenção de água do solo. A drenagem (D) para cada parcela do experimento foi o resultado do produto do fluxo (q_z), da Eq. 2, pelo intervalo de tempo considerado para a determinação dos K_r .

O coeficiente relativo de cultura K_r foi obtido pela relação entre a evapotranspiração da cultura ET_c (mm d⁻¹) e a evapotranspiração de referência ET_0 (mm d⁻¹). Esta segunda variável foi obtida na estação meteorológica do CNPAF, com base na evaporação do tanque Classe A.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação dos componentes do balanço hídrico ao longo do ciclo do feijoeiro, nos diferentes tratamentos, pode ser observada na Tabela 1.

A evapotranspiração da cultura observada ao final do ciclo, apresentou valores menores a medida em que aumentou a porcentagem de cobertura do solo pela palhada (Figura 1). Derpsch et al. (1991) verificaram que a maior disponibilidade de água no solo sob plantio direto deveu-se, principalmente, à diminuição das perdas por evaporação e ao aumento da taxa de infiltração, em função da cobertura morta sobre a superfície do solo. Melo Filho & Silva (1993) em milho, Andrade et al. (1994) em soja, e Stone & Silveira (1999) no feijoeiro, verificaram maior economia de água no sistema plantio direto, em comparação a outros sistemas de preparo do solo em que não havia palhada na superfície do solo.

Os valores médios do coeficiente relativo de cultura ao longo do ciclo do feijoeiro, em relação às diferentes porcentagens de cobertura morta, são apresentados na Tabela 2. Os valores correspondentes a 75 e 100% de cobertura do solo não diferem muito dos valores obtidos por Stone & Silva (1999) também no CNPAF, para o feijoeiro cultivado em plantio direto, sendo a ET_m (no lugar da ET_c) determinada em lisímetro de carga constante.

Os valores máximos de K_r , para todos os tratamentos, ocorreram no início da floração. Para os tratamentos de 0% e 75% de cobertura do solo, os máximos valores de K_c foram, respectivamente, 1,25 e 1,12 evidenciando-se, deste modo, uma

Tabela 1. Estimativa dos diversos parâmetros médios do balanço hídrico, nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro

Nível	Período	P	I	D	Δh	ET_c	ET_c mm d ⁻¹	ET_0 mm
		mm						
0 %	8 - 14/8	0	31,2	-8,5	-1,7	24,4	3,49	5,40
	15 - 21/8	0	15,9	7,5	-3,4	26,8	3,83	5,00
	22 - 28/8	23,1	31,5	-11,8	5,7	37,1	5,30	5,00
	29 - 4/9	59,2	0	-34,0	3,3	21,9	3,13	2,50
	5 - 11/9	38,4	0	-8,2	-1,9	32,1	4,59	3,70
	12 - 18/9	26,8	16,7	-13,3	-3,4	33,6	4,80	4,00
	19 - 25/9	0	33,7	2	-4,6	40,3	5,76	6,10
	26 - 2/10	1,1	33,7	-1,4	2,2	31,2	4,46	5,60
	3 - 9/10	0,2	17	-0,2	-4,6	21,6	3,09	4,60
25%	8 - 14/8	0	32,4	-8	-0,8	25,2	3,60	5,40
	15 - 21/8	0	15,6	12,7	-1,1	29,4	4,20	5,00
	22 - 28/8	23,1	31,5	-20,2	-0,3	34,7	4,96	5,00
	29 - 4/9	59,2	0	-31,3	6,2	21,7	3,10	2,50
	5 - 11/9	38,4	0	-9,1	-2,8	32,1	4,59	3,70
	12 - 18/9	26,8	16,5	-12,2	-3,1	34,2	4,88	4,00
	19 - 25/9	0	32,3	-0,4	-2,8	34,7	4,96	6,10
	26 - 2/10	1,1	32,4	-1,8	-0,6	32,3	4,61	5,60
	3 - 9/10	0,2	16,2	0,8	-4,1	21,3	3,04	4,60
50%	8 - 14/8	0	16,5	0,5	-3,4	20,4	2,92	5,40
	15 - 21/8	0	16,7	5,7	-2,1	24,5	3,50	5,00
	22 - 28/8	23,1	16,7	-11,5	-1,4	29,7	4,24	5,00
	29 - 4/9	59,2	0	-29,5	9,6	20,1	2,88	2,50
	5 - 11/9	38,4	0	-12,2	-3,1	29,3	4,18	3,70
	12 - 18/9	26,8	0	1,3	-1,3	29,4	4,20	4,00
	19 - 25/9	0	16,5	19,6	-5,4	41,5	5,93	6,10
	26 - 2/10	1,1	16,7	0,5	0,4	17,9	2,56	4,20
	3 - 9/10	0,2	0	9,8	-5,2	15,2	2,17	4,60
75%	8 - 14/8	0	16,7	-2,1	-3,9	18,5	2,64	5,40
	15 - 21/8	0	16,7	5,3	-2,8	24,8	3,54	5,00
	22 - 28/8	23,1	0	7,2	1,2	29,1	4,16	5,00
	29 - 4/9	59,2	0	-33,5	6,1	19,6	2,80	2,50
	5 - 11/9	38,4	0	-13,6	-3,9	28,7	4,11	3,70
	12 - 18/9	26,8	0	-1,8	-1,9	26,9	3,84	4,00
	19 - 25/9	0	17,2	19	-0,4	36,6	5,23	6,10
	26 - 2/10	1,1	33,7	-19,3	-0,7	16,2	2,31	4,20
	3 - 9/10	0,2	0	12,2	-2,1	14,5	2,07	4,60
100%	8 - 14/8	0	0	9,2	-4,4	13,6	1,94	5,40
	15 - 21/8	0	0	18,6	-1,4	20,0	2,85	5,00
	22 - 28/8	23,1	17	-8,3	0	31,8	4,54	5,00
	29 - 4/9	59,2	0	-33,1	8,4	17,7	2,53	2,50
	5 - 11/9	38,4	0	-18,2	-5,2	25,4	3,63	3,70
	12 - 18/9	26,8	17,2	-17,8	1	25,2	3,60	4,00
	19 - 25/9	0	0	20	-5,5	25,5	3,64	6,10
	26 - 2/10	1,1	17,5	1,6	1,6	18,6	2,66	5,60
	3 - 9/10	0,2	17,2	-4,7	0,9	11,8	1,69	4,60

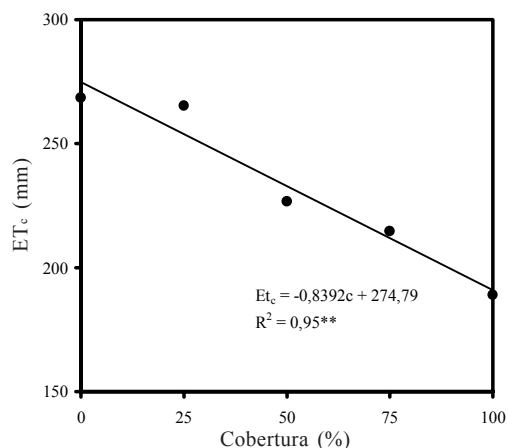
Figura 1. Efeitos da cobertura do solo (c) sobre a ET_c do feijoeiro

Tabela 2. Coeficientes de cultura médios, nos diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro, cultivar Pérola, em relação aos tratamentos de cobertura morta

Período	DAE*	Coeficiente de Cultura				
		Cobertura do Solo (%)				
		0	25	50	75	100
8 - 14/8	20	0,65	0,67	0,54	0,49	0,36
15 - 21/8	27	0,77	0,84	0,70	0,71	0,57
22 - 28/8	34	1,06	0,99	0,85	0,83	0,91
29 - 4/9	41	1,25	1,24	1,15	1,12	1,01
5 - 11/9	48	1,24	1,24	1,13	1,11	0,98
12 - 18/9	55	1,20	1,22	1,05	0,96	0,90
19 - 25/9	62	0,94	0,81	0,97	0,86	0,60
26 - 2/10	69	0,80	0,82	0,61	0,55	0,47
3 - 9/10	76	0,67	0,66	0,47	0,45	0,37

* DAE - Dias após a emergência

economia de água em torno de 12%. Em relação ao tratamento 100% de cobertura ($K_r = 1,01$) a economia seria de 24%, mas isto praticamente seria impossível, visto a enorme dificuldade a ser encontrada para se proporcionar e se manter uma cobertura efetiva de 100% em plantios de grande escala. Ainda no que respeita à economia de água, quando se compara o $K_r = 1,12$ com o obtido por Steinmetz (1984) no sistema de preparo convencional, $K_r = 1,28$, verifica-se uma economia em torno de 14%; portanto, os percentuais crescentes de cobertura morta no solo proporcionaram K_r decrescentes, com conseqüente economia de água e redução nos custos de operacionalização do sistema de irrigação.

CONCLUSÕES

1. A evapotranspiração máxima apresentou valores menores à medida que aumentou a porcentagem de cobertura do solo.
2. Os valores máximos de K_r , observados dos 29 aos 35 dias, decresceram com o aumento da cobertura do solo, sendo iguais a 1,25, 1,24, 1,15, 1,12 e 1,01, para as porcentagens de cobertura do solo de 0, 25, 50, 75 e 100%, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Andrade, A.P.; Wolfe, D.W.; Fereres, E. Sistemas de preparo do solo: I. Efeito sobre o conteúdo de água e temperatura do solo na cultura da soja. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 10, 1994, Florianópolis. Resumos... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.184-185.
- Barros, L.C.G.; Hanks, R.J. Evapotranspiration and yield of beans as affected by mulch and irrigation. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.692-697, 1993.
- Derpsch, R.; Roth, C.H.; Sidiras, N.; Kopke, V. Controle de erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Fundação IAPAR, 1991. 292p.
- Hillel, D.; Krentos, V.D.; Stylianou, Y. Procedure and test of an internal drainage method for measuring soil hydraulic characteristics in situ. *Soil Science*, Baltimore, v.114, n.5, p.395-400, 1972.
- Jorge, L.A.C. SIARCS 3.0: Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo. São Carlos: EMBRAPA-CNPDIA, 1996. 1 disquete 3 1/2". Ambiente Windows
- Ker, J.C.; Pereira, N.R.; Carvalho Junior, W de; Carvalho Filho, A. de. Cerrados: solos, aptidão e potencialidade agrícola. In: Simpósio sobre Manejo e Conservação do Solo no Cerrado, 1, 1990, Goiânia. Anais...Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.1-31.
- Libardi, P.L. Dinâmica da água no solo: 2.ed. Piracicaba: CENA/USP, 1999. 497p.
- Melo Filho, J.F.; Silva, J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, p.291-297, 1993.
- Moreira, J.A.A.; Stone, L.F. Sistema radicular do feijoeiro afetado pelo preparo do solo e pela lâmina de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, 1995, Viçosa. Resumos...Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.3, p.1746-1748.
- Silveira, P.M. da; Stone, L.F. Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central. Brasília: EMBRAPA-SPI. 1994. 46p. EMBRAPA-CNPDAF. Documentos, 27
- Steinmetz, S. Evapotranspiração máxima no cultivo do feijão de inverno. Goiânia: EMBRAPA-CNPDAF, 1984. 4p. EMBRAPA-CNPDAF. Pesquisa em Andamento, 47
- Stone, L.F.; Moreira, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.4, p.835-841, 2000.
- Stone, L.F.; Silva, S.C. da. Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do feijoeiro no Sistema Plantio Direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2p. Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 25
- Stone, L.F.; Silveira, P.M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.1, p.83-91, 1999.