

RETENÇÃO DE ÁGUA EM NÍVEIS DE COBERTURA MORTA NO FEIJOEIRO IRRIGADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

FRANCISCA FRANCIANA SOUSA PEREIRA¹; EDSON EIJI MATSURA²;
FRANCISCO EDINALDO PINTO MOUSINHO³ E DOUGLAS ROBERTO BIZARI⁴

¹Eng. Agrônoma, Mestre em Engenharia Agrícola pela Faculdade de Engenharia Agrícola/FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Campinas - SP. E-mail autor principal: francanasousap@gmail.com

²Eng. agrônomo, Prof. Dr. Titular da Faculdade de Engenharia Agrícola/FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Campinas – SP.

³Eng. Agrônomo, Prof. Dr. da Universidade Federal do Piauí/UFPI, Teresina - PI.

⁴Eng. Agrônomo, Prof. Dr. do Centro de Ciências Agrárias/CCA, Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, São Carlos - SP.

1 RESUMO

O objetivo desse trabalho foi determinar a retenção de água na cobertura morta de milho, crescimento e produção do feijoeiro irrigado em sistema plantio direto. O experimento constituiu-se de dois delineamentos, um para verificar a quantidade de água armazenada na cobertura morta de milho, em blocos casualizados, no esquema fatorial (3 x 2 x 3), três lâminas de irrigação (L1=0% da evapotranspiração da cultura (ETC), L2=50% da ETC e L3=100% da ETC), duas coberturas (6 e 12 Mg ha⁻¹) e três repetições. A retenção de água foi obtida pela pesagem da palhada antes da irrigação, 2 horas e 24 horas depois dos eventos de irrigação, durante o ciclo da cultura. O outro delineamento voltado para analisar o desenvolvimento do feijoeiro, em blocos casualizados no esquema fatorial (3 x 3 x 3), três lâminas (L1=0%, L2=50% e L3=100% da ETC), duas coberturas (6 e 12 Mg ha⁻¹) e a testemunha (sem palha) em três repetições. O maior volume de água retida foi na quantidade de cobertura morta equivalente a 6,0 Mg ha⁻¹. Concluiu-se que a utilização de 12 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho proporciona melhor aproveitamento da água pela cultura do feijão irrigado e auxilia na relação solo-água-planta-atmosfera por diminuir a temperatura e a evaporação da água do solo e aumentar a permanência da umidade no perfil do solo e que o crescimento diferenciado do feijoeiro nas condições de cobertura morta avaliadas interfere na retenção de água pela palhada depositada na superfície do solo.

Palavras-chave: Resíduos vegetais, armazenamento de água, plantas leguminosas.

PEREIRA, F. F. S.; MATSURA, E. E.; MOUSINHO, F. E.; PBIZARI, D. R.
WATER RETENTION IN MULCHING FOR IRRIGATED BEAN UNDER NO
TILLAGE SYSTEM

2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate water retention in corn mulching, bean growth and yield in no tillage system. Two experimental designs were used, the first one to evaluate water retention in corn mulching using randomized blocks, factorial design (3 x 2 x 3), three

irrigation depths (L1 = 0% crop evapotranspiration - Etc, L2 = 50% Etc and L3 = 100% Etc), two levels of corn mulching (6 and 12 Mg ha⁻¹) and three replicates. Water retention was obtained by weighing the chaff before irrigation, two hours and 24 hours after irrigation during the crop development stages. The second design aimed to analyze bean crop growth using a factorial randomized block design (3 x 3 x 3), three levels of irrigation (L1=0%, L2=50% and L3=100% Etc), two levels of corn mulching (6 and 12 Mg ha⁻¹) and the control (no mulching) in three replicates. The highest water retention was found in the 6.0 Mg ha⁻¹ corn mulching level. Therefore, the use of 12 Mg ha⁻¹ corn mulching level provides better water use by the bean irrigated crop and aids the soil-plant-water-atmosphere relationship as it lowers the temperature and evaporation of soil water. Also, it increases the length of staying of humidity in the soil profile. Moreover, the differentiated growth of bean in the evaluated mulching conditions interferes in water retention by the chaff on the soil surface.

Keywords: plant residues, water storage, *phaseolus vulgaris*

3 INTRODUÇÃO

A utilização do sistema plantio direto associado à técnica da irrigação conduzida de forma racional, promove o uso mais eficiente da água, aumentando o rendimento das culturas com maior economia desse recurso. Esse sistema de manejo provoca modificações no ambiente natural do solo, que por sua vez, alteram o balanço hídrico das culturas pela presença da cobertura vegetal na superfície, principalmente, pelas menores perdas de água por evaporação, com efeito no armazenamento e distribuição no perfil do solo, redução da taxa de evapotranspiração das culturas, aumento no intervalo entre irrigações, implicando dessa forma em maiores produtividades com menor quantidade de água aplicada (MARTORANO et al., 2009; DELMAGO et al., 2010).

Poucos trabalhos foram realizados a fim de conhecer o processo de retenção e disponibilização de água pela cobertura morta existente nas áreas cultivadas sob plantio direto, dentre eles, Maciel e Veline (2005), que avaliaram o caminhamento da água e de herbicidas em três quantidades de matéria seca, 3.000, 6.000 e 9.000 Kg ha⁻¹ das coberturas mortas de cevada, trigo, aveia-preta colhida, aveia-preta rolada, azevém, milho e capim-braquiária, estes autores observaram que as lâminas de chuva retidas pelos diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais apresentaram cenários bastante similares e verificaram ainda que o volume máximo de retenção da chuva para os diferentes tipos e quantidades de material vegetal ocorreu entre 7,5 e 15,0 mm de chuva simulada.

Em estudo sobre a dinâmica da água nas palhadas de milho, milho e soja, Silva et al. (2006) verificaram que a água interceptada e armazenada na palha é perdida diretamente para a atmosfera, sem fazer parte do sistema solo-planta. Esses autores afirmaram também que o milho e o milho apresentam capacidade maior para armazenar água do que a soja: 3,26, 3,24 e 2,62 g de água por g de palhada, respectivamente, e alegam que a capacidade de retenção de água é diretamente proporcional à soma da capacidade de armazenamento de cada elemento constituinte da palhada. Ainda segundo esses autores, a maior capacidade das palhadas de milho e milho armazenarem mais água que a soja, deve-se provavelmente, à estrutura porosa do seu material constituinte, como o colmo e a panícula, enquanto a soja constitui-se de material mais fino e fibroso, portanto apresentando menor capacidade de retenção de água.

No entanto, há necessidade de maiores informações sobre a dinâmica da água antes da sua infiltração no solo, ou seja, a quantidade de água que fica retida na própria cobertura morta, que poderá influenciar sua disponibilidade para as plantas e o manejo da irrigação. Portanto são escassas as informações sobre a retenção de água, capacidade de interceptação, armazenamento e velocidade de dessecamento da cobertura morta presente na superfície do solo no sistema plantio direto. Dessa forma o objetivo desse trabalho foi determinar a retenção de água pela cobertura morta de milho, e sua influência no crescimento e produção do feijoeiro irrigado em sistema plantio direto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP), em Campinas, SP. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é uma transição entre os tipos Cwa e Cfa indicando clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido, temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 19°C. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (EMBRAPA, 2006), que apresenta uma densidade média na camada de 0,00 a 0,15 m de 1,3 Kg dm⁻³ e valores das análises químicas e físicas de: pH (CaCl₂), 5,6; Ca²⁺, 49,4 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺, 22,0 mmol_c dm⁻³; P, 38,0 mmol_c dm⁻³, K, 6,0 mmol_c dm⁻³; e areia 248 g Kg⁻¹; silte, 192 g Kg⁻¹ e argila 559 g Kg⁻¹, segundo metodologia proposta por EMBRAPA (1997).

A variedade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizada no estudo foi a cv Pérola, tipo carioca. A adubação de sementeira foi de 400 Kg ha⁻¹ da formulação 04-16-04, e na adubação de cobertura aplicou-se 120 Kg ha⁻¹ de sulfato de amônia, parcelado aos 30 e 60 dias após a emergência das plantas, segundo Ambrosano et al. (1997). No decorrer do ensaio o controle das plantas infestantes foi realizado por capina manual.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições no esquema fatorial (3 x 2 x 3), três lâminas de irrigação (L1=0% da evapotranspiração da cultura (ETC), L2=50% da ETC e L3=100% da ETC), duas coberturas mortas de milho (6 Mg ha⁻¹ e 12 Mg ha⁻¹) e três repetições, totalizando 54 parcelas. O outro delineamento voltado para analisar o desenvolvimento do feijoeiro, também foi organizado em blocos casualizados no esquema fatorial (3 x 3 x 3) formado portanto de três lâminas (L1=0% da ETC, L2=50% da ETC e L3=100% da ETC), duas coberturas mortas de milho (6 Mg ha⁻¹ e 12 Mg ha⁻¹) e testemunha (0 Mg ha⁻¹) em três repetições, com área útil de 9 m² por parcela experimental.

12 dias antes da implantação dos tratamentos, todas as parcelas receberam a mesma quantidade de água para o estabelecimento adequado da cultura. A aplicação da lâmina de irrigação foi realizada por meio de um sistema de irrigação por aspersão convencional, constituído de oito aspersores, Agropolo NY 30 com bocais de 6,2 mm x 4,60 mm (longo vermelho) operando com uma pressão de serviço de 40 mca espaçados de 18 m x 18m.

Em cada parcela experimental realizou-se a avaliação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). A precipitação média foi de 9,26 mm h⁻¹ e o CUC de 75,9%. A lâmina de irrigação foi determinada pela reposição da evapotranspiração da cultura estimada pelo produto da evapotranspiração de referência, obtida pelo método do Tanque classe A instalado na área do ensaio e o coeficiente da cultura (Kc) para cada fase de desenvolvimento do feijoeiro, com valores médios de 0,79 para o Desenvolvimento vegetativo (DV); de 0,88 para o Florescimento (FL); 1,11 para o Enchimento de grãos (EG) e de 0,55 na Maturação

fisiológica (MF), segundo (BIZARI et al., 2009 e JUNQUEIRA et al., 2004). O manejo da irrigação foi realizado pelo turno de rega variável.

Baseando-se na metodologia utilizada por Maciel e Veline (2005) foi desenvolvida no Laboratório de Hidráulica e Irrigação da Feagri/Unicamp, uma caixa para avaliar a retenção de água pela cobertura morta em condições de campo. Nestas caixas foram colocadas a quantidade de cobertura morta proporcionais aos tratamentos estudados. As caixas foram confeccionadas em nylon e armadura de ferro com 0,25 m de largura, 0,35 m de comprimento e 0,05 m de altura com área igual à 0,0875 m².

A cobertura morta utilizada foi proveniente da cultura do milho (*Zea mays*) implantada em dezembro de 2009. Após sua colheita, as plantas foram trituradas para a formação de uma massa vegetal homogênea, constituída de folhas e colmos, que posteriormente foi pesada nas quantidades correspondentes aos tratamentos estabelecidos e distribuída uniformemente na área do ensaio. Para a estimativa da capacidade de armazenamento de água dos diferentes níveis de cobertura morta, foram disponibilizados na área sacos de decomposição com a mesma quantidade de cobertura das caixas de retenção, estes sacos de decomposição eram coletados a cada quinze dias com as amostras e levados à estufa por 24 horas a 65°C para a retirada completa do teor de água, obtendo-se então o peso seco (PS). As caixas com a cobertura eram pesadas sempre antes da irrigação, 2 horas e 24 horas após a irrigação, ou seja o mesmo material era pesado e devolvido na sua posição original na parcela, para que recebesse a lâmina de irrigação, segundo metodologia adaptada de Silva et al., (2006) e Maciel e Velini, (2005). Esse procedimento foi realizado antes da irrigação, 2 horas e 24 horas após a irrigação durante todo o ciclo da cultura.

Para a avaliação da decomposição da cobertura morta ao longo do ciclo da cultura foram utilizados "sacos de decomposição" dispostos nas parcelas experimentais e contendo as mesmas quantidades de material vegetal que as caixas de retenção. Esses sacos de decomposição foram coletados a cada quinze dias e o material seco em estufa a 65°C até peso constante, determinando-se assim, por diferença de peso entre duas avaliações consecutivas, a perda de massa da cobertura morta. Com os valores de peso seco e o peso úmido foi possível calcular a quantidade do volume de água retida na palhada nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do feijoeiro.

Para avaliação dos parâmetros de desenvolvimento da parte aérea das plantas realizou-se a coleta de três plantas em cada parcela experimental aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE), correspondendo respectivamente ao 1°, 2°, 3°, 4°, 5° e 6° período de avaliação. Pela medida da distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha utilizando-se uma régua graduada determinou-se a altura de plantas. A área foliar foi obtida utilizando-se um medidor Marca Li-Cor, modelo 3100, que estima a área foliar total de cada planta em cm², segundo metodologia utilizada por Pavani et al. (2009). Pela relação da área foliar e a superfície do terreno ocupado pela respectiva planta determinou-se o índice de área foliar (IAF) em m² m⁻². Para a análise de massa de matéria seca da parte aérea (MS), quantificou-se por pesagem a massa total constituída por parte da haste, folhas e vagens, após serem secas em estufa a 65°C por 48 horas.

Com relação aos componentes de produção foram coletadas as plantas das três linhas centrais de cada parcela e a partir daí os principais aspectos produtivos da cultura, quais sejam: a produtividade de grãos, o número médio de vagens por planta e o número médio de grãos por vagem foram analisados após a colheita.

Foi realizada análise de variância pelo teste F, com comparação de médias pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade e para realização das análises, foi utilizado o programa computacional SISVAR.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos correspondentes a 100% e 50% da evapotranspiração receberam lâminas de água de 273,08 e 133,04 mm provenientes de irrigação e mais 85,8 mm de chuva, totalizando 358,88 e 218,84 mm respectivamente. O tratamento 0% recebeu apenas a lâmina proveniente da chuva. A Tabela 1 apresenta a lâmina média de água aplicada em todas as fases do feijoeiro irrigado para todos os tratamentos avaliados.

Os maiores valores médios de lâminas de água aplicadas não implicaram em maiores quantidades de lâminas de água retida nos dois níveis de cobertura avaliados (Tabelas 1 e 2), isso porque nas fases de maior exigência hídrica da cultura (FL e EG) a interceptação de água pelas folhas é elevada, conseqüentemente, a quantidade de água que chega na cobertura morta depositada na superfície do solo é reduzida.

Tabela 1. Lâmina média de água aplicada nas fases de desenvolvimento do feijoeiro irrigado, desenvolvimento vegetativo (DV), florescimento (FL), enchimento de grãos (EG) e maturação fisiológica (MF) nos tratamentos 50% e 100% de evapotranspiração da cultura.

Tratamentos	Lâmina média de água aplicada (mm)			
	Fases de desenvolvimento do feijoeiro			
	DV	FL	EG	MF
0%	0,90	1,80	0,00	0,40
50%	5,24	8,21	6,98	4,28
100%	10,48	16,41	13,96	8,56

As plantas cultivadas nas parcelas com 6 Mg ha⁻¹ não apresentaram o mesmo desempenho de crescimento das plantas cultivadas nas parcelas com 12 Mg ha⁻¹. Dessa forma, a quantidade de água que chega ao solo e na cobertura presente na sua superfície nas parcelas cultivadas com 6 Mg ha⁻¹ é maior do que em 12 Mg ha⁻¹. Esse fato é comprovado pelas observações quanto ao desenvolvimento das plantas, pois, nas duas lâminas de evapotranspiração da cultura, à medida que se aumentou os níveis de cobertura depositada sobre o solo verificou-se um acréscimo no índice de área foliar, na altura e na massa de matéria seca da parte aérea das plantas (Tabelas 3 e 4). Segundo Alves Junior et al. (2010) a interceptação da água proveniente da irrigação e/ou chuva pelo dossel da cultura tem correlação altamente significativa com o aumento da área foliar das plantas.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de lâminas retidas em mm na palhada de milho. Onde observa-se que houve diferença significativa na retenção de água entre as duas quantidades de cobertura morta, duas horas após os eventos de irrigação para todos os estádios de desenvolvimento da cultura.

A maior lâmina de água aplicada foi no florescimento, com valores de 8,21 e 16,41 mm nos tratamentos em 50 e 100% da evapotranspiração da cultura, respectivamente. Essa quantidade de água aplicada não proporcionou diferença na lâmina de água retida entre os níveis de cobertura 6 e 12 Mg ha⁻¹, os quais armazenaram respectivamente 3,85 e 3,62 mm de água.

Tabela 2. Lâmina de água retida (mm) para duas lâminas de irrigação, (50% e 100% de evapotranspiração da cultura), antes da irrigação (A), duas horas após a irrigação (2h) e vinte e quatro horas após a irrigação (24h) nos níveis de cobertura do solo (C1=6 Mg ha⁻¹ e C2=12 Mg ha⁻¹) em todo o ciclo de desenvolvimento da cultura do feijoeiro.

		Horários de observação					
		Antes da irrigação		Duas horas após a irrigação (2h)		Vinte e quatro horas após a irrigação (24h)	
Desenvolvimento vegetativo							
Lâminas		C1	C2	C1	C2	C1	C2
L1		0,21cA	0,12cB	0,21cB	0,12cB	0,07cCB	0,02cCB
L2		1,69aA	0,90aB	3,03bA	2,26bB	0,62bB	0,89bA
L3		0,66bB	0,73bB	3,22bA	2,47bB	1,05aB	1,29aA
Florescimento							
		C1	C2	C1	C2	C1	C2
L1		0,10cA	0,00cB	0,10cB	0,00cB	0,03cA	0,01cB
L2		0,78bB	0,76bB	2,35bA	1,81bB	0,40bB	0,74bA
L3		1,00aB	1,83aA	3,85bA	3,62aA	1,05aB	2,20aA
Enchimento de grãos							
		C1	C2	C1	C2	C1	C2
L1		0,02cA	0,00cB	0,02cB	0,00cB	0,00cB	0,00cB
L2		0,64bB	0,86bB	3,26bA	2,68bB	0,76bB	1,25bA
L3		2,15aA	1,83aA	4,97aA	4,00aB	2,31aA	2,67aA
Maturação fisiológica							
		C1	C2	C1	C2	C1	C2
L1		0,60cA	0,30cB	0,60cB	0,30cB	0,26cB	0,00cC
L2		1,50bA	1,61bA	3,76bB	3,39bB	1,02bB	1,62bA
L3		3,70aA	2,12aB	7,67aA	4,26aB	3,11aA	2,27aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre os níveis de cobertura ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre lâminas ao nível de 5% de significância.

Os valores de armazenamento verificados no presente estudo estão próximos ao encontrado por Silva et al. (2006), no qual os autores verificaram que 4,5 Mg ha⁻¹ de resíduo interceptou 1,4 mm m⁻². Outro fator que justifica a importância da manutenção da cobertura vegetal sobre a superfície do solo segundo Peres et al. (2010) é a diminuição da perda de água nas camadas superficiais, os autores verificaram diminuição de 53,3% na perda de água em decorrência da cobertura do solo.

Na Tabela 2 observa-se que o maior valor de água armazenada duas horas após o evento de irrigação foi 7,67 mm em 6 Mg ha⁻¹ na fase de maturação fisiológica, na qual as plantas estão em processo de senescência, facilitando assim, a passagem da água pelo dossel da cultura. Com relação a cobertura de 12 Mg ha⁻¹ podemos destacar que este tratamento proporciona maior tempo de permanência de água armazenada do que o de 6 Mg ha⁻¹, pois observa-se que vinte e quatro horas após a irrigação a maior quantidade de cobertura apresentava as maiores lâminas de água retida.

Maciel e Veline (2005) e Silva et al. (2006) verificaram que as maiores lâminas de

água foram retidas pelas maiores quantidades de palha. Nesse caso, cabe ressaltar, que as condições de realização desses estudos foram diferentes das encontradas no presente ensaio. Em estudo realizado por Rosolem et al. (2003) os autores constataram que a retenção de água na cobertura morta está relacionada à composição de cada espécie e que, a retenção varia com relação aos teores de celulose, lignina e outros componentes da cobertura vegetal. Assim, concluíram que no triticale e na aveia preta ocorreram as maiores retenções quando comparadas às espécies de gramíneas.

As Tabelas 3 e 4 mostram o índice de área foliar e altura das plantas do feijoeiro, respectivamente, nos seus diferentes estádios de desenvolvimento.

Nota-se pela Tabela 3 que os níveis de cobertura proporcionaram diferença no crescimento foliar do feijoeiro nos períodos 2°, 3°, 4° e 6°, sendo os maiores valores verificados no tratamento com 12 Mg ha⁻¹ e na maior lâmina de irrigação aplicada. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Chieppe Júnior et al. (2007), os quais afirmaram que existe influência da cobertura de solo sobre o seu crescimento e produtividade, e verificaram também que o tratamento com 100% de cobertura, apresentou os maiores valores do índice de área foliar, e como justificativa explicaram que maior proteção de solo confere menores perdas por evaporação, ocasionando melhor desenvolvimento da parte aérea das plantas.

Tabela 3. Índice de área foliar em m m⁻² durante o ciclo da cultura do feijoeiro irrigado nas lâminas de irrigação, 0%, 50% e 100% de evapotranspiração da cultura, (L1, L2 e L3, respectivamente) e níveis de cobertura do solo (C1= sem cobertura, C2=6 Mg ha⁻¹ e C3=12 Mg ha⁻¹).

Índice de área foliar (m m ⁻²)						
Lâminas	1° Período			2° Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	0,03bB	0,88bB	0,14bB	0,04bB	0,12cB	0,26bB
L2	0,09baB	0,20aA	0,25aA	0,18baB	0,54bB	0,11aA
L3	0,18aA	0,25aA	0,28aA	0,45aB	0,93aA	1,00aA
Lâminas	3° Período			4° Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	0,14bC	0,30cC	0,55cC	0,11bC	0,25bC	0,76bC
L2	0,53baC	1,68bB	2,58bA	1,11baC	2,76aB	4,34aA
L3	1,31aB	3,11aA	3,49aA	2,05aC	3,58aB	5,27aA
Lâminas	5° Período			6° Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	0,07bC	0,19bC	0,31bC	0,03bC	0,05bC	0,10bC
L2	0,86bB	2,26aA	3,16aA	0,22bB	0,49bB	1,35aA
L3	2,32aB	2,83aBA	3,32aA	0,93aB	1,40aBA	1,83aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre os níveis de cobertura ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre lâminas ao nível de 5% de significância.

No presente ensaio, os maiores IAF foram verificados no florescimento, 3,49 m.m⁻², e enchimento de grãos, 5,27 m.m⁻², nas plantas que receberam maiores quantidades de água e foram conduzidas sob 12 Mg ha⁻¹ de cobertura de solo (Tabela 3). Esses valores estão

próximos aos encontrados por Pavani et al. (2009) os quais encontraram IAF variando entre 3,5 e 4,4 m m⁻² na fase de enchimento de grãos.

Com relação a altura das plantas do feijoeiro (Tabela 4), constata-se que no 1º período esse parâmetro não foi afetado pelas lâminas de irrigação e os níveis de cobertura morta. No florescimento, 4º período (fase de vigor vegetativo), evidencia-se o efeito das lâminas de irrigação assim como o efeito das coberturas sobre a altura das plantas. Nesse caso, as plantas conduzidas em 12 Mg ha⁻¹ de cobertura do solo apresentaram as maiores alturas.

Tabela 4. Altura das plantas do feijoeiro irrigado (cm) nas lâminas, 0%, 50% e 100% de evapotranspiração da cultura, (L1, L2 e L3, respectivamente) e níveis de cobertura do solo, (C1= sem cobertura, C2=6 Mg ha⁻¹ e C3=12 Mg ha⁻¹, respectivamente).

Altura de plantas do feijoeiro (cm)						
Lâminas	1º Período			2º Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	4,09cC	8,47cB	9,74cB	6,55cC	9,06cCB	11,31cB
L2	10,93bC	13,60bB	15,69bA	10,09cC	18,71bB	22,70bA
L3	14,20aA	15,18aA	15,50bA	17,04bB	21,31bA	23,66bA
Lâminas	3º Período			4º Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	9,48cC	14,46cCB	17,68cB	11,25cC	15,62cCB	20,78cB
L2	22,03bC	35,12bB	41,99bB	31,19bC	47,42bB	52,83bA
L3	31,03aC	21,22bA	40,71bB	42,56aC	48,80bB	61,80aB
Lâminas	5º Período			6º Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	11,67cC	17,70cCB	19,20cB	10,59cC	15,39cC	17,56cC
L2	37,96bC	49,28bB	52,89bB	31,76bC	40,17bB	44,21bB
L3	46,54aC	50,78bC	57,79bB	44,00aC	49,43aCB	55,43aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre os níveis de cobertura ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre lâminas ao nível de 5% de significância.

O maior valor de altura das plantas foi verificado no 4º período no tratamento em que se realizou a aplicação de toda a água exigida pela cultura. Observa-se ainda, que à medida que se aumenta os níveis de cobertura depositada sobre o solo, para todas as lâminas de irrigação, ocorre um incremento da altura de plantas em todos os períodos de avaliação (Tabela 4). No 6º período os valores de altura de planta diminuem entre os tratamentos estudados em função do processo de senescência das plantas.

A Tabela 5 apresenta os valores de massa da matéria seca do feijoeiro em função das lâminas de irrigação e níveis de coberturas avaliadas. Percebe-se que a partir do 3º período o maior nível de cobertura de solo proporciona valor da massa de matéria seca superior ao solo sem cobertura nas lâminas de irrigação correspondentes a 50% e 100% da evapotranspiração da cultura.

Tabela 5. Massa da matéria seca (g) durante o ciclo da cultura do feijoeiro irrigado em função das lâminas de irrigação, 0%, 50% e 100% de evapotranspiração da cultura, (L1, L2 e L3 respectivamente) e níveis de cobertura do solo, (C1= sem cobertura, C2=6 Mg ha⁻¹ e C3=12 Mg ha⁻¹, respectivamente).

Massa da matéria seca (g)						
Lâminas	1° Período			2° Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	0,17cC	0,33cCB	0,50cB	0,15cC	0,40cC	0,81cC
L2	0,29cbC	0,72bB	0,86bB	0,45cbC	1,30bB	2,49bA
L3	0,55bC	0,60bCB	0,83bB	1,13bC	2,37aB	3,58aA
Lâminas	3° Período			4° Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	0,55cC	1,03cC	2,10cC	0,65cC	1,03cC	4,02cC
L2	1,77cbC	6,58bB	9,31bA	5,92cbC	17,29bB	26,64bA
L3	4,46bC	11,24aB	12,93aB	11,19bC	19,56bB	30,71bA
Lâminas	5° Período			6° Período		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	0,49cC	1,61cC	2,72cC	0,35cC	1,51cC	1,87cC
L2	7,44cC	22,13bB	29,67bA	6,98cC	14,90bC	29,37bB
L3	18,64bC	22,26bCB	27,03bB	20,69bC	30,45aB	38,98aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre os níveis de cobertura ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre lâminas ao nível de 5% de significância.

A massa da matéria seca da parte aérea das plantas é um dos parâmetros de desenvolvimento da cultura que serve como base para entender a produção final de grãos, pois, segundo Soratto et al. (2006) existe uma correlação significativa positiva entre acúmulo de massa seca das plantas com a produção final de grãos. De acordo com esses autores, menor massa de planta pode produzir menor quantidade de fotoassimilados, o que pode resultar em menor número de vagens por plantas, menor número de grãos por vagem, menor massa de grãos e, conseqüentemente, menor produtividade.

Os valores dos componentes de produção e produtividade média da cultura do feijoeiro estão apresentados também na Tabela 6, nota-se que o menor número de vagens por planta, 6,87, foi proporcionado pelo tratamento onde se aplicou 50% da evapotranspiração da cultura e no solo com 6 Mg ha⁻¹ de cobertura vegetal. Porém, não foi observada diferença estatística entre as lâminas de irrigação estudadas na avaliação desse componente. Estes valores estão próximos aos obtidos Soratto et al. (2006), esses autores comparando doses de nitrogênio e épocas de aplicação na cultivar Pérola, verificaram uma média de 7 vagens por planta.

Pela Tabela 6 verificou-se também que não existe diferença estatística ao nível de 5% de significância para o número de vagens produzido nos níveis de cobertura utilizados em uma mesma lâmina, assim como para as diferentes lâminas de irrigação estudadas. As plantas cultivadas na lâmina de irrigação correspondente à 100% da evapotranspiração da cultura e no tratamento 12 Mg ha⁻¹ produziram em média 14,52 vagens. Resultados superiores (20,87 vagens) foram encontrados por Souza e Lima (2010). Interessa evidenciar a semelhança estatística entre as lâminas 50 e 100% da evapotranspiração da cultura quanto à quantidade produzida de vagens por plantas, onde se observa que a redução da aplicação da lâmina de

irrigação quando combinada com certo nível de cobertura vegetal sobre o solo proporciona resultados satisfatórios de produção desse parâmetro.

Para o número de grãos por planta houve diferença entre as lâminas de irrigação 50% e 100% da evapotranspiração da cultura no tratamento sem cobertura, nota-se que em 6 Mg ha⁻¹ obteve-se 18,58, enquanto que em 12 Mg ha⁻¹, esse valor foi 43,27 grãos por planta, já nas coberturas C2 e C3 (6 e 12 Mg ha⁻¹) não houve diferença estatística ao nível de 5% de significância.

Tabela 6. Valores médios do número de vagens por plantas (NV/P), número de grãos por planta (NG/P), número de grãos por vagem (NG/V) e produtividade média de grãos (PG) em duas lâminas de irrigação, 50% e 100% da evapotranspiração na cultura do feijoeiro e níveis de cobertura do solo, C1= sem cobertura, C2=6 Mg ha⁻¹ e C3=12 Mg ha⁻¹.

Lâminas	Componentes de produção					
	NV/P			NG/P		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	-	-	-	-	-	-
L2	4,94bB	6,87bB	9,76aB	18,58bB	28,83bB	42,75aA
L3	9,26bA	9,60bA	14,52aA	43,27aA	45,20aA	45,24aA
	NG/V			PG (Kg ha ⁻¹)		
Lâminas	C1	C2	C3	C1	C2	C3
L1	-	-	-	-	-	-
L2	3,58abB	3,86aB	4,21aB	1,11bB	1,72bB	2,69aB
L3	4,54aA	4,85aA	5,49aA	2,04bA	2,40bA	3,03aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre os níveis de cobertura ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre lâminas ao nível de 5% de significância.

A produção de grãos por vagem nas lâminas de irrigação estudadas não foi diferente estatisticamente entre os níveis de cobertura (Tabela 6). Segundo Soratto et al. (2006), o número de sementes por vagem é uma característica varietal pouco influenciada pelo ambiente, no entanto, melhorando as condições de temperatura e umidade do solo promovidas pelo aumento na quantidade de água aplicada e acréscimo nos níveis de cobertura de solo, percebe-se um aumento no número de grãos por vagem. Bizari et al. (2009), estudando o consumo de água e produção de grãos pelo feijoeiro irrigado em sistema plantio direto e convencional na mesma área do presente experimento, encontraram valores em torno de 4,0 grãos por vagem.

Verifica-se ainda pela Tabela 6 que para uma mesma lâmina de irrigação não existe diferença significativa ao nível de 5% de significância quanto ao número de grãos por vagem e produtividade de grãos entre os níveis de cobertura utilizados. No tratamento em que não ocorreu a prática da irrigação (0% de lâmina de irrigação da evapotranspiração da cultura) não foi registrada produtividade de grãos, pois as plantas conduzidas sob essa condição hídrica permaneceram pequenas durante quase todo o ciclo e, aproximadamente, em agosto não resistiram ao longo período de seca e morreram. Cabe ressaltar que durante todo o ciclo da cultura do feijão ocorreu pouca precipitação pluviométrica, sendo registrado um período de veranico de 66 dias.

Reduzindo o fornecimento de água pela metade, contudo, conduzindo a cultura com um considerável percentual de cobertura sobre o solo (12 Mg ha^{-1}), a produção mostrou-se satisfatória. O valor máximo de produção média de grãos foi obtido na aplicação de 100% da evapotranspiração da cultura com 12 Mg ha^{-1} de cobertura morta sobre o solo, com valores de 3.030 kg ha^{-1} . Esses resultados foram superiores aos verificados por Bizari et al. (2009), que trabalhando com cobertura de solo equivalente a $8,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ na mesma área desse ensaio, obtiveram produtividade de 2.337 kg ha^{-1} .

Em trabalho realizado por Soratto et al. (2006) perceberam correlação significativa entre a produtividade de grãos e os parâmetros biométricos da planta. No presente estudo também ficou evidente que nos tratamentos onde as plantas tiveram maior índice de área foliar e maior massa seca da parte aérea, foram encontrados os maiores valores de número de vagem por planta e número de grãos por vagem, e conseqüentemente, maiores produtividades.

6 CONCLUSÕES

A utilização de 12 Mg ha^{-1} de cobertura morta de milho proporciona melhor aproveitamento da água pela cultura do feijão irrigado e auxilia na relação solo-água-planta-atmosfera por diminuir a temperatura e a evaporação da água do solo e aumentar a permanência da umidade no perfil do solo.

O crescimento diferenciado do feijoeiro nas duas condições de cobertura morta interfere na quantidade de água que chega a superfície do solo e, conseqüentemente, na retenção de água pela palhada depositada na superfície do solo. As plantas cultivadas em 6 Mg ha^{-1} de cobertura morta, cresceram menos e tiveram menores áreas foliares do que em 12 Mg ha^{-1} , e portanto, maior quantidade de água, oriunda das precipitações, chegava à cobertura sobre a superfície do solo na condição de 6 Mg ha^{-1} de cobertura.

A maior produtividade e os maiores valores dos componentes de produção foram proporcionados pelos tratamentos em que se realizava a reposição de toda a lâmina de água exigida pelas plantas do feijoeiro e em solo com 12 Mg ha^{-1} de cobertura morta de milho, evidenciando a importância da cobertura morta sobre a superfície do solo.

7 REFERÊNCIAS

ALVES JUNIOR, J.; SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; CUNHA, P. C. R. Retenção de água pelo dossel do feijoeiro irrigado por aspersão, *Revista Irriga*, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 90-97, janeiro-março 2010.

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. Campinas: IAC, 1997. p.189-203. (Boletim técnico, 100).

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.

CHIEPPE JÚNIOR, J.B.; PEREIRA, A.L.; STONE, L.F.; MOREIRA, A.E.K. Efeitos de níveis de cobertura do solo sobre a produtividade e crescimento da cultura do feijoeiro irrigado, em sistema plantio direto. *Irriga*, Botucatu, v.12, n.2, p.177-184, 2007.

DELMAGO, G. A., BERGAMASCHI H., KRÜGER, C. A M. B., BERGONCI, J. I., COMIRAN F., HECKLER, B. M. M., Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.8, p.780-790, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

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

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D. Simulação do caminhamento da água da chuva e herbicidas em palhadas utilizadas em sistema de plantio direto. *Planta daninha*, Viçosa-MG, v.23, p. 471-481, 2005.

MARTORANO, L. G., BERGAMASCHI H., DALMAGO, G. A., FARIA, R. T., João MIELNICZUK, J., COMIRAN, F. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.13, n.4, p.397-405, 2009.

PAVANI, L.C.; LOPES, A.da S.; PEREIRA, G.T. Desenvolvimento da cultura do feijoeiro submetida a dois sistemas de manejo de irrigação e cultivo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.31, p.453-459, 2009.

PERES, J. G.; SOUZA, C. F.; LAVORENTI, N. A.; Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.189-198, 2010.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C. e FOLONI, J. S. S.. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, vol. 27, no. 2, p. 355-362. 2003.

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

SORATTO, R.P.; DE CARVALHO, M.A.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, p. 259-265, 2006.

SOUZA, M.A.; LIMA, M.D.B. Influência da supressão da irrigação em estádios de desenvolvimento do feijoeiro cv. Carioca comum. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.26, n.4, p.550-557, 2010.