

PERDA DE MASSA DE MILHO NA PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO IRRIGADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

DOUGLAS ROBERTO BIZARI¹; RHUANITO SORANZ FERRAREZI²; FRANCISCA FRANCIANA SOUSA PEREIRA³ E EDSON EIJI MATSURA⁴

¹*Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Anhanguera, S/N, Zona Rural – CEP 13600-970, Araras-SP, Brasil, douglasbizari@gmail.com*

²*Departamento de Ciências Hortícolas, Universidade da Flórida, 2100 South Rock Road, Fort Pierce, Flórida 34945, Estados Unidos da América, rhuanito.soranz@gmail.com*

Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista, Avenida Universitária, 3870, Altos do Paraíso - CEP 18610-307, Botucatu – SP, Brasil, francianasousap@gmail.com

⁴*Universidade Estadual de Campinas, Av. Cândido Rondon, 501, Cidade Universitária – CEP 13083-875, Campinas - SP, Brasil, matsura@feagri.unicamp.br*

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a perda de massa e a taxa de decomposição de milho como cobertura morta no solo na cultura do feijão irrigado por aspersão em sistema plantio direto. Resíduos de milho foram acondicionados em recipientes de nylon (0,35 × 0,25 m) e depositados na superfície do solo para avaliação da sua perda de massa aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após sua instalação. O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho distroférico. Testaram-se como tratamentos cinco quantidades de cobertura morta de milho (2, 4, 6, 8 e 12 Mg ha⁻¹) e a testemunha sem cobertura, em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. O tratamento com maior quantidade de cobertura morta de milho, apresentou a menor perda de massa no sistema plantio direto com feijão irrigado. A taxa de decomposição do milho é inversamente proporcional com o aumento da sua quantidade como cobertura morta no solo.

Palavras-chave: taxa de decomposição, umidade do solo, irrigação por aspersão.

**BIZARI, D.R.; FERRAREZI, R.S.; PEREIRA, F. F. S.; MATSURA, E. E.
BIOMASS LOSS OF CORN MULCHING UNDER NO-TILL SYSTEM FOR
IRRIGATED COMMON BEAN PRODUCTION**

2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate biomass loss and decomposition rate of corn as mulch on the soil surface. Corn residue was placed on nylon litterbags (0.35 × 0.25 m) and deposited onto the soil surface for evaluation of biomass loss at 15, 30, 45, 60, 75, 90 and 105 days after installation. The experiment was conducted in an Oxisol. The treatments tested were five levels of corn mulching quantity (2, 4, 6, 8 and 12 Mg ha⁻¹) and a control (no mulching addition), arranged on a complete randomized block design with three replications. The treatment with greater amount of corn mulch showed the lowest loss of mass in irrigated beans no-till system. The rate of decomposition of corn mulch is inversely proportional to the increase of its amount in the soil.

Keywords: decomposition rate, soil moisture, sprinkle irrigation.

3 INTRODUÇÃO

Os resíduos orgânicos deixados sobre a superfície do solo em sistema plantio direto (SPD), contribuem para a proteção dos solos e minimização dos efeitos negativos provenientes da exploração inadequada dos solos agrícolas. A cobertura morta dissipa a energia cinética das gotas de chuva, diminuindo a desagregação das partículas do solo e a erosão hídrica (SCHAEFER et al., 2001), além de promover o aporte de matéria orgânica e nutrientes, reduzir a amplitude térmica do solo e proporcionar maior disponibilidade de água ao longo do ciclo da cultura (FREITAS et al., 2004; MURGA-ORRILLO et al., 2016).

O sucesso do SPD está relacionado com a permanência da cobertura morta na superfície do solo, sendo necessário o conhecimento da velocidade de decomposição desses resíduos culturais. De acordo com Alvarenga et al. (2001), a decomposição depende da natureza do material vegetal, do seu volume, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas que afetam a atividade microbológica do solo, principalmente precipitação pluvial e temperatura.

Para o cultivo realizado em regiões com temperaturas e índices pluviométricos elevados, como no caso do cerrado, ou mesmo em sistemas agrícolas que utilizam a irrigação, uma alternativa viável seria a utilização de plantas de cobertura que apresentem produção elevada de resíduos com maiores tempos de meia-vida e menores velocidades de decomposição, mantendo-se por mais tempo na superfície do solo (CERETTA et al., 2002). Para Murga-Orrillo et al. (2016) a irrigação, e o emprego de técnicas de manejo para

umentar a eficiência do uso da água e, conseqüentemente, minimizar as perdas hídricas pelas culturas devem ser adotadas para bons rendimentos. Dentro dessas técnicas, destaca-se o uso da cobertura do solo.

Diversos autores têm avaliado a produção e efeito de fitomassa de diferentes espécies de plantas utilizadas como cobertura do solo em SPD em regiões distintas do país (OLIVEIRA et al., 2005; TORRES et al., 2005; KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 2006; FRANCISCO; CÂMARA; SEGATELLI, 2007). Os melhores resultados são das gramíneas quando comparadas às leguminosas, devido aos altos valores de relação C/N (Carbono/Nitrogênio), fator que regula a velocidade de decomposição do resíduo sobre o solo (BERTOL et al., 2004).

No estado de São Paulo, uma das principais plantas utilizadas é a aveia preta (*Avena strigosa*), pela rapidez na formação da cobertura do solo, elevada produção de fitomassa e alta relação C/N (CALEGARI et al., 1993). Outras opções de estudo para implantação nestas regiões têm sido o milheto (*Pennisetum americanum*) (MURAISHI et al., 2005), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (MURAISHI et al., 2005; FRANCISCO; CÂMARA; SEGATELLI, 2007) e milho (*Zea mays*) (SÁENZ et al., 2008).

Por outro lado, há necessidade de informações sobre a decomposição de diferentes quantidades de uma mesma espécie de cobertura e seu efeito na manutenção no teor de água no solo, sua disponibilidade para as plantas e produtividade das culturas irrigadas por aspersão, uma vez que a maioria dos trabalhos se restringe à avaliação da produção de fitomassa na época do verão, estudando-se somente o efeito da

precipitação pluvial na decomposição desses resíduos. O objetivo deste trabalho foi determinar a perda de massa e a taxa de decomposição de diferentes quantidades de cobertura morta durante o cultivo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado no sistema plantio direto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de junho a setembro de 2009, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (22°48'57" S, 47°03'33" O e altitude média de 640 m), Campinas, São Paulo, Brasil. O solo da área experimental era um Latossolo vermelho Distroférico típico argiloso (EMBRAPA, 2013). O clima é uma transição entre os tipos Cwa e Cfa pela classificação climática de Köppen, caracterizando-o como tropical de altitude com inverno seco e verão úmido, na qual, a temperatura do mês mais quente do ano (fevereiro) é superior a 22°C, e a do mês mais frio (junho) inferior a 18°C. A precipitação média anual é de 1.382 mm, com o maior período chuvoso entre outubro a março (1.048 mm), representando 75% do total de chuva anual. O período mais seco normalmente ocorre de junho a setembro (SENTELHAS; NUNES; PEREZ, 2003).

Análises químicas e físicas do solo foram determinadas para caracterização da área experimental (EMBRAPA, 1997), e apresentaram os seguintes resultados: pH $\text{CaCl}_2 = 5,3$, $\text{Ca}^{2+} = 49,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg}^{2+} = 11,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{P} = 32,7 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{K} = 65,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, matéria orgânica = 3,4%, $\text{H+Al} = 3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, capacidade de troca catiônica = $96,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, saturação por bases = $69 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, areia 310 g kg^{-1} , silte 158 g kg^{-1} e argila 532 g kg^{-1} . Os valores de densidade média do solo foram $1,27 \text{ g cm}^{-3}$ na camada de 0 a 20 cm e de $1,25 \text{ g cm}^{-3}$ na camada de 20 a 40 cm.

A adubação de plantio foi realizada com base nas informações contidas na análise de solo, usando-se $300,0 \text{ kg ha}^{-1}$ da formulação 4-14-8. Aplicou-se a quantidade de $120,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio na adubação de cobertura, parcelado aos 30 e 60 dias após a emergência das plantas, segundo recomendação de Ambrosano et al. (1996). O controle das plantas daninhas para implantação do ensaio, foi realizado em 05/05/2009 com a aplicação de 4 L ha^{-1} de herbicida com ingrediente ativo glifosato (Roundup®, Campinas, SP.)

O sistema de irrigação do tipo aspersão convencional utilizado, foi composto por quatro aspersores do tipo 427 AG® (NaanDanJain, Leme, SP.) em cada parcela, com vazão de $0,45 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e pressão de serviço de 2 bar. O espaçamento utilizado entre os aspersores foi de $12 \times 12 \text{ m}$, proporcionando uma precipitação média de $6,8 \text{ mm h}^{-1}$, determinada pela quantificação do volume de água em coletores (malha $2 \times 2 \text{ m}$) na avaliação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CHRISTIANSEN, 1942), cujo valor foi de 82%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, constituído por cinco tratamentos, correspondente às quantidades de cobertura morta de milho variedade Pérola (Embrapa arroz e feijão, Santo Antônio de Goiás, GO) (2, 4, 6, 8 e 12 Mg ha^{-1}) e a testemunha (sem resíduo), com três repetições. Para avaliação da perda de massa da cobertura de milho foi empregado o método das bolsas de decomposição (do inglês *litter bags*) indicado por Kliemann, Braz e Silveira (2006). As amostras de resíduos vegetais de milho foram coletadas, pesadas e acondicionadas em bolsas de decomposição de nylon, com dimensões de $35 \times 25 \text{ cm}$, com quantidade de material vegetal correspondente aos tratamentos avaliados, conforme metodologia adaptada de Kliemann, Braz e Silveira (2006). Antes

de serem realocadas no campo, as amostras da cobertura morta foram levadas um dia antes para a estufa, e mantidas à temperatura de 65°C por 24 h, para a determinação da massa de água, que era descontada no cálculo da quantidade de resíduos a ser colocado dentro de cada bolsa de decomposição.

A retirada desse material vegetal do campo para avaliação da perda de massa, foi realizada sempre às 09 h 00 min, aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após sua instalação. As amostras eram então transferidas para o laboratório, ocorrendo lavagem em água corrente com o objetivo de remover partículas de solo e impurezas e depois determinada a sua massa seca pelo método da estufa (KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 2006). Monitorou-se diariamente o teor de água no solo no mesmo local onde as bolsas de decomposição eram instaladas, na profundidade de 20 cm, por sondas de reflectometria de domínio do tempo (Time Domain Reflectometry, TDR) (TDR100, Campbell Scientific do Brasil, São Paulo, SP). Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais utilizou-se o modelo matemático exponencial citado por Espíndola et al. (2006) (Equação 1). Reorganizando os termos dessa equação foi possível calcular a taxa de decomposição (k).

$$X = X_0 \cdot e^{(-kt)} \Rightarrow k = \frac{\ln\left(\frac{x}{x_0}\right)}{t} \quad (1)$$

Em que:

X = quantidade de matéria seca após um período de tempo t (dias)

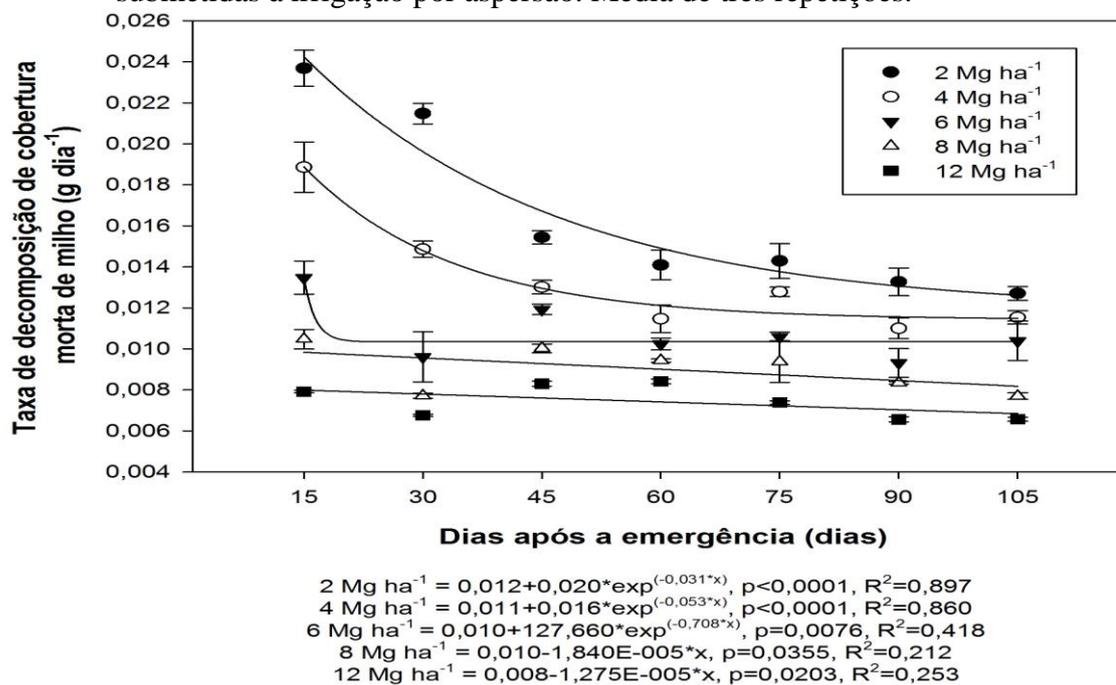
X₀ = quantidade de matéria seca (g)
k = taxa de decomposição da matéria seca (g dia⁻¹)

Para a determinação da produtividade de grãos e seus componentes, foram coletadas 21 plantas por repetição, nas quais foram avaliados o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de grãos e massa de 100 grãos. Para detectar as alterações com relação aos tratamentos para as características perda de massa e taxa de decomposição da cobertura morta foram estimadas equações de regressão usando o software Sigma Plot, tendo como variáveis dependentes as características: taxa de decomposição e perda de massa, e como variável independente as épocas de mensuração. Os dados coletados para umidade do solo e produtividade e seus componentes foram submetidos à análise de variância e para os resultados significativos utilizou-se o teste de Scott Knott à 5% de significância para a comparação de médias usando o software SAS 9.2.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

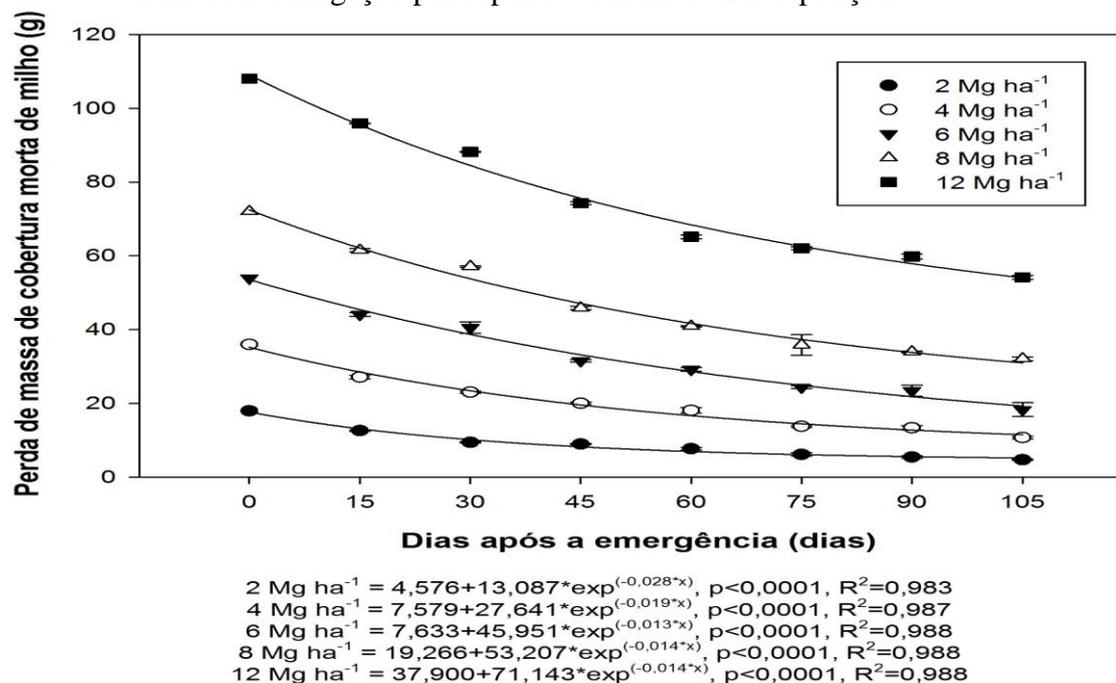
O aporte de água na cultura do feijão foi de 400 mm, com aproximadamente 50% desse valor proveniente da precipitação pluvial e os outros 50% da irrigação. Na Figura 1 estão apresentadas as taxas de decomposição da cobertura morta de milho.

Figura 1. Taxa de decomposição para diferentes quantidades de cobertura morta de milho submetidas à irrigação por aspersão. Média de três repetições.



Na Figura 2 estão apresentadas as perdas de massa da cobertura morta de milho.

Figura 2. Perda de massa para diferentes quantidades de cobertura morta de milho submetidas à irrigação por aspersão. Média de três repetições.



Observa-se que a taxa de decomposição para os tratamentos 2 e 4 Mg ha⁻¹ tendem a diminuir conforme a cobertura morta, fica menos exposta no solo pelo fechamento do dossel das plantas do feijoeiro ($p < 0.0001$, Figura 1). Esse fato, não ocorre com os tratamentos com as maiores coberturas no solo, e pode ser constatado pelos baixos valores do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,21$ e $R^2 = 0,25$, respectivamente, Figura 1). O maior valor médio da taxa de decomposição foi obtido no tratamento com 2 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho (0,016 g dia⁻¹) e o menor, de 0,007 no 12 Mg ha⁻¹ ($p < 0.0001$, Figura 1).

Esses resultados indicam que quanto menor a quantidade de cobertura morta de milho no solo maior a sua taxa de decomposição, o que exige a manutenção de uma quantidade adequada de cobertura morta na superfície do solo para que mesmo com a decomposição mantenham-se resíduos ao longo de todo o ciclo da cultura subsequente.

De acordo com Souza et al. (2014) os resíduos vegetais apresentam distintas taxas de decomposição e liberação de carbono para diferentes lâminas irrigadas, observando maiores taxas de decomposição para as leguminosas. Trabalhando com gramínea, Sáenz et al. (2008) notaram que a velocidade de decomposição do resíduo de milho foi menor no tratamento de 10 Mg ha⁻¹, com valor de taxa de decomposição igual a 0,0071 g dia⁻¹; no tratamento de 6 Mg ha⁻¹ esse coeficiente foi de 0,0106 g dia⁻¹ e no tratamento de 4 Mg ha⁻¹ foi de 0,0252. Esses resultados, vão ao encontro do presente ensaio, ou seja, os valores de taxa de decomposição são menores para maiores quantidades de cobertura morta no solo (Figuras 1 e 2). Isso ocorre principalmente em regiões mais quentes, onde a decomposição dos restos vegetais é mais acelerada em razão das condições climáticas.

Constatou-se perda de massa da cobertura morta de milho para as quantidades de 2, 4, 6, 8 e 12 Mg ha⁻¹, respectivamente no final do ensaio (Figura 2).

A estimativa da quantidade de cobertura morta restante na superfície do solo é importante no planejamento da cultura posterior, principalmente no que se refere à conservação da umidade do solo para as plantas em SPD. Sáenz et al. (2008) constataram valores de perda de massa de 52,5%, 38,3% e 15%, respectivamente, após 94 dias de avaliação utilizando a cobertura morta picada de milho nas quantidades de 4, 6 e 10 Mg ha⁻¹. De acordo com Alvarenga et al. (2001), a quantidade de 6 Mg ha⁻¹ é considerada satisfatória com relação à conservação de umidade, sendo a mesma obtida no final do ensaio para o tratamento com 12 Mg ha⁻¹. Nesse ensaio foi observado que a perda de massa é inversamente proporcional à quantidade de cobertura morta depositada na superfície (Figura 1b).

Bertol et al. (2004) constataram uma redução que variou de 40% a 53% da quantidade inicial determinada na decomposição do milho com 8,77 Mg ha⁻¹ distribuídos na superfície do solo após 10 meses de avaliação. Os mesmos autores, ao avaliarem a perda de massa do milho, constataram uma redução de 64% de sua massa aos 180 dias, sendo que no presente ensaio as perdas acima de 60% ocorreram aos 77 dias após emergência (DAE) das plantas de feijoeiro (estádio enchimento de grãos) para os tratamentos com 2 e 4 Mg ha⁻¹ e aos 107 DAE para os tratamentos com 6 Mg ha⁻¹.

Os valores de umidade do solo obtidos abaixo das coberturas mortas avaliadas, estão disponíveis na Tabela 1. Nota-se que, a quantidade de cobertura morta na superfície favoreceu o armazenamento de água no solo, com os valores médios de 37% e 38%, nos tratamentos com 8 e 12 Mg ha⁻¹,

respectivamente. Esses valores estão acima da umidade correspondente à capacidade de campo (36%), embora os demais tratamentos também tenham apresentado

valores médios de umidade próximos a este valor, indicando que, a cultura não sofreu déficit hídrico na maior parte do seu ciclo de desenvolvimento.

Tabela 1. Umidade do solo na profundidade de 20 cm nos diferentes tratamentos com cobertura morta de milho em função dos dias após emergência das plantas (DAE) e diferentes estádios fenológicos da cultura do feijoeiro cultivado em sistema plantio direto. Média de três repetições.

DAE (estádios) ¹	Massa da cobertura morta de milho (Mg ha ⁻¹)					
	0	2	4	6	8	12
	Umidade do solo (%)					
2 (DV)	37,9	38,6 a	38,9 a	38,9 a	39,8 b	41,3 c
17 (DV)	33,2	35,0 a	34,6 a	34,9 a	34,7 a	37,5 b
32 (DV)	38,5	39,4 a	40,2 b	39,3 a	40,8 b	41,7 b
47 (FL)	32,4	34,5 b	35,1 b	33,3 a	33,2 a	34,5 b
62 (EG)	36,0	35,7 a	35,8 a	37,4 b	37,4 b	37,9 b
77 (EG)	38,3	39,8 a	39,4 a	40,3 a	40,4 a	41,3 a
92 (MF)	32,6	31,1 a	31,5 a	32,5 a	34,3 b	34,4 b
107 (MF)	33,1	33,5 a	33,5 a	34,0 a	34,9 b	34,8 b
Média	35,3	36,0	36,0	36,3	37,0	38,0
p-valor	NS					

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ¹ Estádios fenológicos da cultura do feijoeiro, onde DV: desenvolvimento vegetativo; FL: florescimento; EG: enchimento de grãos; MF: maturação fisiológica; NS = não significativo.

Os valores médios de umidade do solo encontrados nos tratamentos com as maiores quantidades de cobertura (8 e 12 Mg ha⁻¹) foram superiores em 4,6% e 7,1%, respectivamente, ao tratamento sem cobertura, e 13% inferiores aos obtidos por Bertol et al. (2004), referente ao tratamento com 8,77 Mg ha⁻¹. Também foram superiores em 8,1% e 10,5%, respectivamente, ao valor médio encontrado para a maior quantidade de cobertura de milho avaliado por Sáenz et al. (2008). Resultado semelhante foi encontrado por Pereira et al. (2015) concluindo que, a utilização de 12 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho proporcionou melhor aproveitamento da água pela cultura do feijão irrigado e auxiliou na relação solo-água-plantas-atmosfera por diminuir a temperatura e a evaporação da água do solo e aumentar a permanência da umidade no perfil do solo.

A umidade do solo no estágio de desenvolvimento vegetativo foi maior no tratamento com 12 Mg ha⁻¹ nos três dias de coleta dos dados, com valor médio superior em 9% quando comparado à testemunha sem cobertura (p<0,05; Tabela 1). Nesse estágio, a cobertura morta tem maior influência na conservação da umidade pela redução da evaporação devido ao porte reduzido das plantas, mostrando que a maior quantidade de cobertura morta de milho foi a que apresentou os maiores valores de umidade no desenvolvimento vegetativo (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por Knies (2010), que avaliaram o efeito da cobertura morta de aveia preta na umidade do solo, e observaram que as quantidades de 3 e 6 Mg ha⁻¹ apresentaram maior umidade do que solo sem cobertura morta durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura do milho, até os 48 dias após a semeadura. Na mesma

área do presente ensaio, Bizari et al. (2009) trabalhando com a cultura do feijoeiro irrigado, observaram que o SPD com aproximadamente 8 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho apresentou os maiores valores de umidade do solo em relação ao sistema convencional sem cobertura, resultando em menor necessidade de lâmina de água aplicada por irrigação ao longo do ciclo da cultura.

As plantas de feijoeiro começam a cobrir o solo no estágio de florescimento e enchimento de grãos, diminuindo a incidência de radiação solar na sua superfície. Por isso, no final do enchimento de grãos notou-se uma menor influência da quantidade de cobertura morta na conservação de umidade, não sendo constatada diferença significativa entre os tratamentos com cobertura ($p > 0,05$, Tabela 1). No estágio de maturação fisiológica os maiores valores de umidade foram encontrados nos tratamentos com 8 e 12 Mg ha⁻¹ apresentando diferença estatística em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$, Tabela 1). As coberturas de 8 e 12 Mg ha⁻¹ apresentaram valor médio de umidade 5% superior em relação à testemunha sem cobertura (Tabela 1). Nota-se que, até o final do estágio de maturação fisiológica a cobertura morta contribui para o aumento da disponibilidade de água no solo.

Como na maturação fisiológica, as plantas estão em processo de desfolhagem e maturação de grãos, a cobertura morta volta a ficar exposta na superfície do solo, atuando na conservação da umidade, mesmo com a irrigação sendo suspensa e a absorção de água pelas plantas reduzida.

Para a produtividade de grãos das plantas de feijoeiro ($p > 0,05$, Tabela 2). Não houve diferença estatística entre os tratamentos. Observou-se que os resultados estão abaixo da estimativa para a produção de grãos do feijoeiro de inverno no estado de São Paulo, em torno de 2 t ha⁻¹ (CASER et al., 2011), e da produtividade esperada para a variedade Pérola (2,5 t ha⁻¹) (Tabela 2). Este fato provavelmente se deve ao excesso de chuvas durante o ensaio, que contribuiu para o surgimento de doenças fúngicas nas plantas e queda de produtividade. Cabe ressaltar que a adubação realizada foi adequada para o desenvolvimento do feijoeiro, não sendo fator limitante para a produtividade esperada.

Na avaliação dos componentes da produtividade, observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para o número de vagens por planta ($p < 0,05$, Tabela 2). O maior valor, foi obtido pelas plantas do tratamento com a maior quantidade de cobertura morta (11,7), porém não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, com exceção daqueles com 0 e 2 Mg ha⁻¹. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com 4, 6 e 8 Mg ha⁻¹ ($p > 0,05$). O número de vagens por plantas do tratamento 12 Mg ha⁻¹ de cobertura morta foi bem próximo ao obtido por Bizari et al. (2009), que encontraram o valor de 12,08 para a cultura do feijoeiro irrigado em SPD, e também bem próximo aos obtidos por Andrade et al. (2002) com valores de 9,6 a 13,2.

Tabela 2. Produtividade de grãos, número de vagens por planta (NV), número de grãos por vagem (NG), número de grãos por planta (NGP), massa de grãos (MG) e massa de 100 grãos (M100) na cultura do feijoeiro em sistema plantio direto. Média de três repetições.

Tratamentos (Mg ha ⁻¹)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)	Componentes de produtividade				
		NV	NGV	NGP	MG	M100
		----- (g) -----				
0	1,05	8,5 b	4,7	40,0 b	10,5	24,4 c
2	1,15	9,2 b	4,7	42,8 b	11,5	23,6 c
4	1,33	11,4 a	4,7	53,8 a	13,3	24,9 c
6	1,26	10,4 a	4,7	48,9 a	12,6	26,8 b
8	1,38	10,7 a	4,7	50,6 a	13,8	27,4 b
12	1,41	11,7 a	4,6	54,5 a	14,1	28,5 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O número de grãos por vagem foi estatisticamente igual ($p > 0,05$) entre todos os tratamentos avaliados (4,7 grãos por vagem). Isso já era esperado, pois é uma característica da própria variedade produzir em torno de 5 grãos por vagem, independentemente do sistema de cultivo que as plantas estejam submetidas. Esses valores estão próximos aos obtidos por Andrade et al. (2002) e Bizari et al. (2009), que também trabalharam com a mesma variedade utilizada nesse estudo.

No caso do número de grãos por planta, foi constatada diferença significativa dos tratamentos com 4, 6, 8 e 12 Mg ha⁻¹ com os tratamentos de 0 e 2 Mg ha⁻¹. O maior valor obtido foi nas plantas do tratamento com a maior quantidade de cobertura morta de milho (54,5) com incremento de quase 15 grãos por planta em relação ao tratamento sem cobertura e bem próximo ao obtido pelas plantas do tratamento com 4 Mg ha⁻¹ (53,8). No estágio de florescimento da cultura, a umidade do solo neste último foi bem próxima ao encontrado no tratamento com 12 Mg ha⁻¹, e maior que nos demais tratamentos, o que pode ter favorecido a utilização de água pelas plantas neste

estádio, considerado crítico para a cultura caso ocorra o estresse hídrico. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com 0 e 2 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho com relação ao número de grãos por planta, da mesma maneira que para o número de vagens.

Para a massa de grãos, observou-se que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$). As plantas no tratamento com a maior quantidade de cobertura morta apresentaram para esse componente o maior valor (14,1). Para as plantas do tratamento sem cobertura esse valor foi de 10,5. Em se tratando da massa de 100 grãos, observa-se que o maior valor obtido foi nas plantas do tratamento com 12 Mg ha⁻¹ (28,5 g), neste caso, apresentando diferença estatística com relação às plantas dos demais tratamentos.

As plantas dos tratamentos com 6 e 8 Mg ha⁻¹ não apresentaram diferença entre si, com valores em torno de 27 g, porém diferiram-se das plantas dos tratamentos com 0, 2 e 4 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho. As plantas do tratamento com 2 Mg ha⁻¹ apresentaram o menor valor, em torno de 23,6 g. Andrade et al. (2002)

observaram valores de 28,7 e 28,4 g, ambos em SPD. Pereira et al. (2004) observaram valores em torno de 28,5 g no sistema convencional de manejo de solo. Estes resultados são similares aos obtidos no presente ensaio, considerando os tratamentos com quantidades de cobertura morta acima de 4 Mg ha⁻¹. Sáenz et al. (2008) encontraram valores entre 21,2 a 22,7 g. Os valores encontrados por esses autores foram em torno de 23% inferior ao encontrado no tratamento com a maior quantidade de cobertura do presente ensaio.

Stone e Moreira (2000) e Bizari et al. (2009), observaram valores de produtividade 40% maiores que aos obtidos no presente ensaio para mesma variedade em SPD irrigado. Andrade et al. (2002) constataram a produtividade média da variedade Pérola variando de 2,7 t ha⁻¹ a 2,9 t ha⁻¹, com o maior valor obtido no sistema convencional. Estes valores também ficaram acima dos obtidos pelas plantas de todos os tratamentos avaliados no presente estudo (Tabela 2). Para Sáenz et al. (2008) o tratamento com a maior

quantidade de cobertura de milho (10 Mg ha⁻¹) e a maior quantidade de nitrogênio na superfície do solo (120 kg ha⁻¹) resultou em produtividade média de 3,3 t ha⁻¹, sendo 57,2% superior ao obtido no presente ensaio para o tratamento com 12 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho.

6 CONCLUSÃO

O tratamento com maior quantidade de cobertura morta de milho apresentou a menor perda de massa no sistema plantio direto com feijão irrigado. A taxa de decomposição do milho é inversamente proporcional com o aumento da sua quantidade como cobertura morta no solo.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, n.100, p. 189-203, 1996.
- ANDRADE, R. S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. de 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**, Campina Grande, v. 6, n.1, p. 35-38, 2002.
- BERTOL, L.; LEITE, D.; ZOLDAN, JR., W. A. Decomposição dos resíduos de milho e variáveis relacionadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 369-375, 2004.

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.

CALEGARI, A.; MONRADO, A.; BULISANI, E. A.; da COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. 1993. **Aspectos gerais da adubação verde**. In COSTA, M.B.B., da (Coord.). Adubação verde no Sul do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, p.1-56.

CASER, D. V.; CAMARGO, A. M. M. P. de; BUENO, C. R. F.; CAMARGO, F. P. de; ÂNGELO, J. A.; OLIVETTE, M. P. de A.; FRANCISCO, V. L. F. dos S. **Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2010/11, Intenção de Plantio, e Levantamento Final, Ano Agrícola 2009/10**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 41, n. 1, p.1-78, 2011.

CERETTA, A.; BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLLETO, N.; SILVEIRA, M. J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de coberturas de solo e milho sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p.49-54, 2002.

CHRISTIANSEN, E. J. **Irrigation by sprinkler**. Berkeley: University of California, 1942.
EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de, TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 321-328, 2006.

FRANCISCO, E. A. B.; CÂMARA, G. M. S.; SEGATELLI, C. R. Estado nutricional e produção do capim pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 259-266, 2007.

FREITAS, P. S. L.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, L. C. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 85-91, 2004.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies vegetais de cobertura em Latossolo Vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KNIES, A. E. **Temperatura e umidade de um solo franco arenoso cultivado com milho**. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

- MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2005.
- OLIVEIRA, M. L. de; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M. da; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.
- MURGA-ORRILLO, H.; ARAÚJO, W. F.; ABANTO-RODRIGUEZ, C.; SAKAZAKI, R. T.; BARDALES-LOZANO, R. M.; POLO-VARGA, A. R. Influência da cobertura morta na evapotranspiração, coeficiente de cultivo e eficiência de uso de água do milho cultivado em cerrado. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 352-364, 2016.
- PEREIRA, F. F. S.; MATSURA, E. E.; MOUSINHO, F. E. P.; BIZARI, D. R. Retenção de água em níveis de cobertura morta no feijoeiro irrigado em sistema plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 557-569, 2015.
- PEREIRA, J. C. R., RODRIGUES, R. A. F., ARF, O., ALVAREZ, A. C. C. Influência do manejo do solo, lâminas de irrigação e doses de nitrogênio na produtividade do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 13-19, 2004.
- SÁENZ, C. M. S.; SOUZA, Z. M.; MATSURA, E. E.; CAMPOS, M. C. C. Decomposição do resíduo de milho e produtividade do feijão irrigado. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 2, p. 207-213, 2008.
- SCHAEFER, M. J.; REICHERT, J. M., REINERT, D. J.; CASSOL, E. A. Erosão em entressulcos em diferentes preparos e estados de consolidação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 431-441, 2001.
- SENTELHAS, P. C.; NUNES, L. H.; PEREZ A. **Clima dos municípios paulistas**. Campinas: CEPAGRI, 2003. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_038.html> Acesso em: 10 de março de 2016.
- SOUZA, A. P. de, CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. B. D. da; GUERRA, J. G. M.; COSTA, J. R. Taxas de decomposição de resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 3, p. 512-526, 2014.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos do sistema 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.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.