

Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado

Helena Masumi Simidu, Marco Eustáquio de Sá*, Lilian Christian Domingues de Souza, Fabiana de Lima Abrantes, Mariana Pina da Silva e Orivaldo Arf

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Av. Brasil Centro, 56, Cx. Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: marcosa@agr.feis.unesp.br

RESUMO. A adubação verde e a época de semeadura são dois importantes fatores que influenciam a produtividade das cultivares. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa de diferentes coberturas vegetais (milheto, sorgo e *Brachiaria brizantha*), o acúmulo de nutrientes e seus efeitos sobre as cultivares de feijão (Pérola, IAC Tunã e Carioca Precoce) em distintas épocas de semeadura (22/6 e 6/7). O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Estadual Paulista – Unesp, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, no ano agrícola de 2006/2007. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, e as avaliações para a cobertura foram: a biomassa de matéria fresca e seca e os nutrientes acumulados nas plantas; para o feijão foram: ciclo, estande final, número de vagens/planta, número de sementes/vagem, massa de 100 sementes e produtividade. Observou-se que o milheto e o sorgo apresentaram maiores produtividades de massa fresca e seca, e acumularam maiores quantidades de nutrientes na palhada; a época mais adequada para semeadura foi em junho, e a semeadura tardia do cv. Carioca Precoce não afetou sua produtividade; o uso da palhada de *Brachiaria brizantha* em cobertura proporcionou melhores condições para a produtividade ao feijoeiro em sistema de plantio direto.

Palavras-chave: adubação verde, plantio direto, épocas de plantio, cultivares de feijão.

ABSTRACT: Effect of green manure and sowing date on the productivity of bean no-tillage in the Cerrado region. Green manure and sowing date are two important factors that influence the productivity of cultivars. The objective of this study was to evaluate the production of biomass from different vegetation covers (millet, sorghum and *Brachiaria brizantha*) and the accumulation of nutrients and their effects on the bean cultivars (Pearl, IAC Tunã and Carioca Precoce) at different sowing dates (6/22 and 7/6). The experiment was conducted at the experimental area of the Universidade Estadual Paulista - Unesp, located in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, in the 2006/2007 agricultural year. The randomized blocks design was used with four replications, and the evaluations of the coverage were: the biomass of fresh and dry matter and nutrients accumulated in plants; for the beans: cycle, final stand, number of pods/plant, number of seeds per pod, mass of 100 seeds, and productivity. It was observed that millet and sorghum showed higher productivity of fresh and dry mass, and accumulate greater quantity of nutrients in straw; the time most suitable for sowing was in June, and the late sowing of cv. Carioca Precoce did not affect their productivity, the use of *Brachiaria brizantha* straw in coverage provided better conditions for productivity in the bean no-tillage system.

Key words: green fertilizer, no-tillage, planting times, bean cultivars.

Introdução

O plantio de feijão tem grande importância como fonte alimentar, mas há necessidade de estudos e pesquisas para o aumento da produção, incluindo melhoramento genético da cultivar, manejo do solo e dos tratamentos culturais, época de semeadura, qualidade das sementes, entre outros cuidados que estão envolvidos no desenvolvimento da cultura.

O plantio direto tem sido uma prática muito promissora para a cultura do feijoeiro, especialmente utilizando resíduos de cultura para cobertura do solo, para manter a umidade deste e diminuir o risco da cultura ao déficit hídrico, pois o sistema radicular do feijoeiro é muito superficial. Outra vantagem é a redução da temperatura do solo, com a proteção da palhada no solo contra os raios solares, ou seja, o plantio direto reduz o efeito drástico das condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura,

principalmente quando esta cultura é de inverno, período no qual ocorrem veranicos prolongados na maior parte da região de cerrado.

No entanto, a espécie de cobertura vegetal a ser utilizada tem sido motivo de estudos. A fim de manter a palhada como cobertura até o desenvolvimento da cultura sucessora, no caso o feijão, em condições de alta temperatura e alta pluviosidade, esse é um dos fatores limitantes para a permanência da palhada, dependendo da espécie a ser utilizada. Por essa razão, resíduos de maior relação C/N (carbono/nitrogênio) como cobertura deverão ser mais utilizados em plantio direto, pois quanto maior essa relação, mais lenta é a decomposição dos resíduos (CALEGARI et al., 1993).

As condições climáticas correspondem a um dos grandes fatores limitantes à produção do feijão, visto que, quando desfavoráveis, podem limitar a produtividade. A época de semeadura é função desse fator e, com a interação com as cultivares a serem utilizadas, apresenta a época de florescimento e enchimento de vagem como estádios mais críticos para obter boa produção de sementes. Além disso, necessita de condições ideais de temperatura e presença de umidade neste estádio, e a ausência de chuvas no período de maturação. Portanto, o tipo de cultivar a ser utilizada na região e época de semeadura deve coincidir com as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do feijoeiro para obter produtividade adequada.

Pelos fatores citados anteriormente, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa de milho, sorgo e *Brachiaria brizantha*; o acúmulo de nutrientes do mesmo; e as respostas das cultivares de feijão Pérola, Carioca Precoce e IAC Tunã, em duas épocas de semeadura, em sistema de plantio direto sobre esta palhada.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 2006/2007, na área experimental da FE/Unesp-Campus de Ilha Solteira, situada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando como coordenadas geográficas 51°22'S e altitude de aproximadamente 335 m. O solo do local, segundo a Embrapa (1999), é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd). Segundo Hernandez et al. (1995), a precipitação média anual é de aproximadamente 1.232 mm, a temperatura média anual é em torno de 24,5°C e a umidade relativa do ar média anual entre 60 e 70%.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental. A análise de solo, realizada de acordo com metodologia proposta

por Rajj e Quaggio (1983), apresentou as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: matéria orgânica: 18 g dm⁻³; pH(CaCl₂): 5,5; P: 6 mg dm⁻³; K⁺: 2,2 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 19 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 16 mmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺: 28 mmol_c dm⁻³ e saturação por bases de 57%.

O preparo do solo utilizado foi convencional (aração e gradagem), para a instalação das plantas de cobertura, e a semeadura direta para a instalação do feijão em sucessão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, estando os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 2 x 3, ou seja, três culturas para cobertura do solo: milho, sorgo granífero e *Brachiaria brizantha*, duas épocas de semeadura do feijão e três cultivares de feijão (Pérola, IAC Tunã e Carioca Precoce), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por sete linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas como área útil cinco linhas centrais, com 4 m de comprimento.

Inicialmente, foram instaladas as plantas de cobertura, em novembro, sendo utilizado o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), braquiária (*Brachiaria brizantha*) e sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), semeados manualmente na linha, com espaçamento de 0,17 m entre linhas, com um consumo de 20, 12 e 40 kg ha⁻¹, respectivamente. Para a semeadura do feijoeiro, foi feita a roçagem das plantas de coberturas na época de florescimento (9/3/2007), porém foi realizada novamente a roçagem (22/5/2007) e a realização da dessecção com o herbicida glyphosate na dose de 1.920 g de i.a. ha⁻¹, com um mês de antecedência da semeadura.

A semeadura do feijoeiro foi realizada em duas épocas: 22 de junho de 2007 e 06 de julho de 2007, utilizando-se sementes da cultivar Pérola, Carioca Precoce e IAC Tunã. As sementes foram tratadas com carboxin + thiran (200 + 200 g ia 100 kg⁻¹ de sementes) sendo posteriormente semeadas mecanicamente no espaçamento de 0,45 m entrelinhas, distribuindo-se 15 sementes viáveis por metro. Durante a condução do experimento, a cultura foi irrigada por aspersão, em toda a área, duas vezes por semana.

A colheita do experimento foi feita em períodos distintos para cada cultivar, sendo realizada manualmente, em cada parcela, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura. Depois de colhidas, foram separadas dez plantas de cada parcela para avaliações; o restante da área útil foram debulhados em máquina trilhadeira estacionária e as sementes limpas com auxílio de peneiras e acondicionadas em saco de papel, para posteriores pesagens da produção, determinação da umidade e cálculo da produtividade em kg ha⁻¹ a 13% de umidade (base úmida).

Avaliou-se a biomassa seca das culturas de cobertura no período de florescimento, amostrando a parte aérea das plantas contidas em uma armação de 0,25 m² em cada parcela. O material coletado foi pesado antes para obtenção dos valores em massa verde; posteriormente, foram triturados e acondicionados em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante, obtendo-se, assim, a produção de biomassa seca das plantas com valores expressos em kg ha⁻¹. As amostras de cada parcela, após a secagem, foram moídas em moinho tipo Wiley, para determinação dos teores de macro e micronutrientes. O acúmulo de macro e micronutrientes foi obtido pelo produto da quantidade de matéria seca com o teor de nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura.

Para o feijão, foram avaliados:

Ciclo: realizou-se a contagem inicial dos dias quando 50% das plantas estavam emergidas do solo, até a data de colheita das cultivares.

Altura média das plantas: coletaram-se dez plantas de cada parcela; estas foram levadas ao laboratório, onde foram medidas da base do colo até a extremidade, exprimindo-se valores médios em centímetros.

Altura média de inserção da primeira vagem: realizada junto com a avaliação anterior, medindo-se com régua graduada a distância do colo da planta até o ponto de inserção da primeira vagem; para análise, foram considerados os valores médios.

Número médio de vagens por planta: obtido pela relação entre número total de vagens e número total de plantas, considerando as dez plantas coletadas.

Número médio de sementes por vagem: obtido pela relação entre número total de sementes por número total de vagens, considerando as dez plantas coletadas.

Porcentagem de vagens chochas: obtida pela relação entre número total de vagens chochas por número total de vagens, transformando em porcentagem de vagens chochas por planta, considerando as dez plantas coletadas.

Massa de 100 sementes: realizada de acordo com as indicações das Regras de Análises de Sementes (Brasil, 1992), pesando-se quatro subamostras de 100 sementes por tratamento, em balança de precisão 0,001 g, e feita a correção para umidade a 13%.

Produção de sementes: realizou-se a estimativa da produção de sementes pela colheita das duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, colhendo-se manualmente e realizando-se a secagem em terreiro. Posteriormente, foi realizada a trilha mecânica em trilhadeira estacionária, com posterior pesagem e conversão dos valores para kg ha⁻¹, a um grau de umidade de 13%.

Resultados e discussão

Na Figura 1, estão apresentados os dados climáticos de temperatura e precipitação, desde a implantação das plantas de coberturas até a colheita final do feijoeiro. Observa-se que houve boa distribuição de chuvas no período de desenvolvimento das plantas de cobertura (novembro a março), o que proporcionou maior produtividade de matéria seca dessas plantas. No entanto, para o desenvolvimento do feijoeiro (junho a setembro), houve poucas chuvas e temperaturas amenas (final de julho e começo de agosto), período que coincidiu com o maior desenvolvimento do feijão da primeira época de semeadura; porém houve períodos de veranicos e aumento de temperatura (agosto a setembro) que comprometeram a produtividade da segunda época de semeadura, em consequência da redução do período reprodutivo, ou seja, a maturação acelerada pelo déficit hídrico. Embora houvesse a irrigação da área por aspersão, esta foi insuficiente pela alta temperatura, proporcionando maior evapotranspiração da planta e levando ao déficit hídrico.

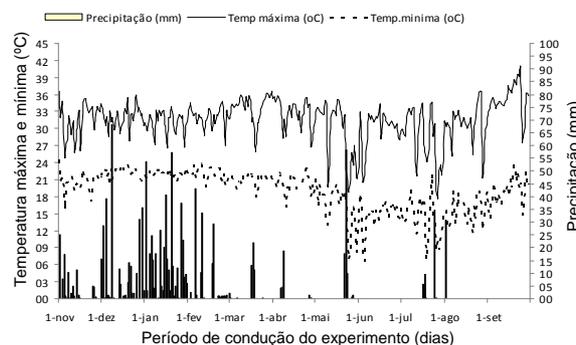


Figura 1. Dados de temperatura e precipitação pluvial, no período de realização do experimento. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

De acordo com a Tabela 1, as massas de matéria verde e seca produzidas pelas plantas de cobertura apresentaram diferenças significativas por meio do teste F. Para os valores médios da produção de massa de matéria verde e seca, a *Brachiaria brizantha* apresentou valores significativamente inferiores ao milho e sorgo. Os valores obtidos do milho e sorgo encontram-se próximos aos Oliveira et al. (2002), de 14,18 e 15,48 t ha⁻¹; Torres et al. (2005) observaram 10,3 t ha⁻¹ para o milho; sorgo, 7,1 t ha⁻¹; para a braquiária, 6 t ha⁻¹. Já Bôer et al. (2007) constataram 10,8 t ha⁻¹ para o milho.

Em geral, a produção de matéria seca está nos padrões da quantidade mínima ideal – de 6,0 t ha⁻¹ – adicionada em um sistema de rotação de culturas, de

maneira que se mantenha adequada à cobertura do solo (DERNARDIN; KOCHHANN, 1993).

Tabela 1. Valores médios e de F obtidos da análise de variância para a produtividade de matéria verde e seca das plantas de cobertura. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Planta de cobertura	Matéria verde	Matéria seca
	(t ha ⁻¹)	
Milheto	55,75 a	19,50 a
Sorgo	58,50 a	22,75 a
<i>B. brizantha</i>	36,25 b	10,25 b
F	10,57*	228,98**
C.V. (%)	14,88	13,77

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; **significativo em nível de 1%; *significativo em nível de 5%; ns: não-significativo.

Pode-se verificar, nas Tabelas 2 e 3, que o acúmulo de macro e micronutrientes nas plantas apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, e a *B. brizantha* apresentou menor acúmulo de nutrientes na palhada, comparada ao sorgo e milheto, de forma que estes, sendo utilizados como plantas de coberturas, podem fornecer maiores quantidades de nutrientes ao solo, que, conseqüentemente, poderão ser absorvidas pela planta sucessora (feijoeiro). Resultado semelhante foi observado por Oliveira et al. (2002) em que o milheto e o sorgo apresentaram maior acúmulo de macronutrientes e micronutrientes a serem fornecidos ao solo para o cultivo seguinte. Entretanto, os menores valores obtidos de acúmulo de macro e micronutrientes para a *Brachiaria brizantha* ocorreu pela menor quantidade de matéria seca produzida por área, comparada ao sorgo e milheto, ou seja, as variações quanto ao fornecimento destes nutrientes ao solo dependeu da quantidade de resíduo produzida por cada espécie.

Tabela 2. Acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) nas plantas de cobertura, por ocasião do corte e adição das palhadas à superfície do solo. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Plantas de cobertura	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha ⁻¹					
Milheto	476,75 b	42,75 a	144,50 a	103,50 b	114,75 a	27,75 b
Sorgo	735,75 a	53,75 a	121,25 a	342,75 a	104,50 a	48,50 a
<i>B. brizantha</i>	275,50 c	22,75 b	50,25 b	59,25 b	34,75 b	14,50 c
F	71,08**	15,55**	12,09**	19,31**	34,37**	52,15**
C.V. (%)	11,59	20,06	26,81	41,2	17,54	15,69

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; **significativo em nível de 1%; *significativo em nível de 5%; ns: não-significativo.

Os dados obtidos para os micronutrientes encontrados na matéria seca das plantas de cobertura (Tabela 3) apresentaram menor teor de acúmulo de cobre e zinco na matéria seca do milheto e não diferenciaram significativamente da *B. brizantha*, mesmo apresentando maior produtividade de matéria seca; tal fato que pode ter ocorrido em

função da menor eficiência do milheto na reciclagem desses nutrientes em relação à *B. brizantha*.

Tabela 3. Acúmulo de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) nas plantas de cobertura, por ocasião do corte e adição das palhadas à superfície do solo. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Plantas de cobertura	Cu	Fé	Mn	Zn
	g ha ⁻¹			
Milheto	139,00 b	6606,00 a	1786,00 b	520,25 ab
Sorgo	949,00 a	4061,75 b	5858,75 a	1059,50 a
<i>B. brizantha</i>	222,50 b	1697,00 c	487,50 b	242,25 b
F	21,50**	31,87**	56,92**	11,11**
C.V. (%)	43,94	21,10	27,41	4,05

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; **significativo em nível de 1%; *significativo em nível de 5%; ns: não-significativo.

Na Tabela 4, observa-se o ciclo das cultivares em cada época de semeadura. Tem-se uma redução do ciclo na segunda época de semeadura das cultivares, e a Carioca Precoce obteve maior redução do ciclo na segunda época de semeadura. Isso porque na primeira época de semeadura há um período vegetativo e reprodutivo mais longo, pela exposição das plantas a temperaturas mais baixas, fotoperíodo curto e umidade mais elevada. No entanto, para o desenvolvimento das plantas de segunda época de semeadura, as temperaturas foram relativamente altas, o fotoperíodo longo, veranicos provocando baixa umidade, portanto reduzindo o ciclo das cultivares. Segundo Rosse e Vencovsky (2000), o feijão, por ser uma espécie com ciclo anual e desenvolvimento precoce, é mais sensível às variações ambientais.

Tabela 4. Ciclo (dias) das cultivares de feijoeiro em suas distintas épocas de semeadura. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2007.

Cultivares	Épocas de semeadura	
	1	2
Pérola	83	75
IAC Tunã	80	75
Carioca Precoce	80	65

De acordo com a Tabela 5, pode-se verificar que os valores médios para o estande final das plantas de feijoeiro apresentaram-se significativos para as cultivares, sendo Pérola a que apresentou menor estande, comparada à IAC Tunã e Carioca Precoce; no entanto, a época de semeadura e a cobertura vegetal não indicaram diferenças significativas. Uma provável explicação para a diferença entre as cultivares pode ser o fato de as sementes apresentarem qualidades fisiológicas distintas, pois foram provenientes de lugares diferentes.

Para o número de vagens por planta, foi significativa a interação entre época de semeadura e cobertura utilizada. Entretanto, para o número de

sementes por planta, os valores foram influenciados somente pelo tipo de cobertura usado, apresentando diferença significativa entre sorgo e milho. Para a massa de 100 sementes, os valores foram influenciados pela época de semeadura e cultivares semeadas, havendo interação dos fatores época de semeadura x cultivares; houve influência na produção do feijoeiro, ao semear em épocas diferentes, entre cultivares e cobertura vegetal utilizada, apresentando valores significativamente distintos.

A primeira época de semeadura do feijoeiro proporcionou maiores valores para as características produtivas, como a quantidade de vagens por planta e a produtividade (produtividade já é kg ha⁻¹, dizer sementes é desnecessário), comparado-a com a segunda época de semeadura. Isso provavelmente pela redução da palhada em superfície, pois a palhada tem como objetivo a proteção do solo à radiação solar e a redução da evaporação de água (GASSEN; GASSEN, 1996); o período coincidiu também com veranicos e temperaturas elevadas em seu ciclo, o que pode ter limitado o desenvolvimento e a produtividade. O mesmo foi verificado por Stone e Moreira (2001), que observaram a redução da produtividade do feijoeiro pelo estresse hídrico na fase vegetativa.

Para a massa de 100 sementes, os valores foram superiores na segunda época de semeadura, pela menor quantidade de vagens por planta, que, conseqüentemente, proporcionou maior acúmulo de fotoassimilados nas sementes.

Os valores das produtividades, as características produtivas e o tamanho das sementes (massa de 100 sementes) apresentaram-se distintos pela característica genética de cada cultivar. Esse resultado também foi verificado por Gomes Júnior et al. (2008), em que a massa de 100 sementes foi superior para cv. Pérola (22 gramas), independentemente da cobertura utilizada.

Pelos resultados da Tabela 5, quando se analisam as coberturas vegetais que influenciam a produtividade do feijoeiro, a *Brachiaria brizantha* proporcionou valores superiores para o número de vagens por planta e a produtividade, comparada com a utilização do milho, confirmando a influência das culturas antecessoras na produtividade de grãos do feijoeiro em sucessão (SILVEIRA et al., 2005). Provavelmente, em virtude da maior quantidade de palhada produzida pelo milho na superfície do solo que permaneceu no desenvolvimento da cultura do feijoeiro e ocasionou a imobilização dos nutrientes, pela biomassa microbiana, para o processo de decomposição da palhada.

Tabela 5. Valores médios e de F obtidos da análise de variância para estande final, número de vagens planta⁻¹, número de sementes vagem⁻¹, massa de sementes e produtividade para a cultura do feijão, em função dos tratamentos utilizados. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Causa de variação	Estande final	Nº de vagens planta ⁻¹	Nº de sem. vagem ⁻¹	Massa de 100 sementes (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Época de sem.	(plantas ha ⁻¹)				
1	282.716 a	10,07 a	4,47 a	22,37 b	2803 a
2	274.691 a	7,65 b	4,46 a	23,23 a	2137 b
Cultivares					
Pérola	253.704 b	8,71 ab	4,49 a	24,59 a	2494 a
IAC Tunã	300.926 a	8,20 b	4,62 a	22,57 b	2468 a
C. precoce	281.481 a	9,67 a	4,28 a	21,25 c	2448 a
Coberturas					
Milho	265.740 a	8,28 b	4,11 b	22,53 a	1994 b
Sorgo	281.481 a	8,52 b	4,68 a	23,09 a	2537 a
<i>B. brizantha</i>	288.888 a	9,79 a	4,59 ab	22,78 a	2878 a
Ép.de sem. (a)	0,78 ^{ns}	36,21**	0,004 ^{ns}	14,07**	241,03**
Cultivares (b)	9,17**	4,59*	1,36 ^{ns}	70,64**	0,04 ^{ns}
Coberturas (c)	2,28 ^{ns}	5,42**	4,28*	1,99 ^{ns}	14,39**
a x b	0,59 ^{ns}	1,59 ^{ns}	1,82 ^{ns}	37,03**	1,39 ^{ns}
a x c	1,04 ^{ns}	7,97**	1,06 ^{ns}	0,96 ^{ns}	4,71*
b x c	2,28 ^{ns}	1,46 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,88 ^{ns}	2,77*
a x b x c	0,21 ^{ns}	1,81 ^{ns}	1,71 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,25 ^{ns}
CV (%)	13,78	19,22	16,25	4,29	23,32

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; **significativo em nível de 1%; *significativo em nível de 5%; ns: não-significativo.

Na Tabela 6, verifica-se que os valores de número de vagens planta⁻¹ foram influenciados pela primeira época de semeadura, utilizando o sorgo e a *Brachiaria brizantha* como cobertura do solo no plantio direto do feijoeiro. A *Brachiaria brizantha* apresentou valores superiores; no entanto, o milho não influenciou significativamente a semeadura na primeira ou segunda época. Pode ser que a quantidade de palhada do sorgo e da *B. brizantha* em superfície tenha sido reduzida na semeadura em segunda época, de forma que influenciou o número de vagens por planta.

O milho e o sorgo, comparados à *Brachiaria brizantha*, foram os que apresentaram maior produção de biomassa seca e maior acúmulo de macro e micronutrientes nela; porém, não obtiveram maiores valores de produtividade sobre a *B. brizantha*, pois o período foi insuficiente para mineralização e fornecimento ao feijoeiro. A quantidade de palhada produzida pela *B. brizantha* foi suficiente para proteções físicas do solo e não limitou a produtividade do feijoeiro na primeira época de semeadura.

Para o desdobramento entre cultivares de feijoeiro e época de semeadura, houve efeitos significativos na massa de 100 sementes. O feijão cv. Pérola e o IAC Tunã foram influenciados pela época de semeadura, o que não ocorreu para o cv. Carioca Precoce.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre espécies de coberturas x época de semeadura do feijão, significativa para número de vagens/planta. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Coberturas	Época de semeadura	
	1	2
Milheto	8,51Ab	8,06 Aa
Sorgo	9,73 Ab	7,30 Ba
<i>B. brizantha</i>	11,97Aa	7,60 Ba

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; **significativo em nível de 1%; *significativo em nível de 5%; ns: não-significativo.

Assim, constata-se que o Pérola e o IAC Tunã apresentam maior sensibilidade a condições climáticas, comparados ao Carioca Precoce, pois o ciclo é mais prolongado e, conseqüentemente, mais exposto a condições adversas (Tabela 7). Alterações nas condições climáticas, portanto, podem provocar mudanças acentuadas na produtividade, por isso a identificação de cultivares com adaptação ampla é desejável (RAMALHO et al., 1993; BORÉM, 1997).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre espécies de coberturas x época de semeadura do feijão, significativa para massa de 100 sementes (g). Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Cultivares	Época de semeadura	
	1	2
Pérola	25,25 Aa	23,92 Ba
IAC Tunã	20,83 Bb	24,31 Aa
C. Precoce	21,03 Ab	21,48 Ab

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A interação entre espécies de cobertura de adubos verdes utilizadas e a época de semeadura influenciou a produtividade de sementes do feijoeiro, e o uso de palhada de sorgo e a *B. brizantha* reduziu a produtividade quando semeado na segunda época; entretanto, o milho não apresentou diferença entre época de semeadura, visto que na primeira época houve menor produtividade do feijoeiro, comparado às outras coberturas (Tabela 8), provavelmente pela menor quantidade de palhada na segunda época de semeadura e pelas condições climáticas não-favoráveis ao seu cultivo. Esses resultados discordam de Silveira et al. (2005) que observaram maiores produtividades sobre a palhada de milho (2.197 kg ha^{-1}), em comparação ao sorgo (1.587 kg ha^{-1}) e à braquiária (1.505 kg ha^{-1}).

Tabela 8. Desdobramento da interação entre espécies de coberturas x época de semeadura do feijão, significativa para produtividade de sementes. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Coberturas	Produção (kg ha^{-1})	
	E1	E2
Milheto	2.052 Ab	1936 Aa
Sorgo	2.915 Aa	2160 Ba
<i>B. brizantha</i>	3.441 Aa	2316 Ba

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 9 que a produtividade das cultivares Pérola e IAC Tunã foi prejudicada pela utilização da cobertura com milho, ao contrário da cv. Carioca Precoce, em que não ocorreu influência dos tipos de coberturas. A queda da produtividade com o uso do milho pode ter sido pelo maior aporte de matéria seca produzida por esta e, conseqüentemente, ocasionou a imobilização dos nutrientes. A cv. Pérola, utilizando *B. brizantha* como cobertura, apresentou valores superiores, embora não tenha diferido significativamente do sorgo; Kluthcouski et al. (2001), porém, observaram que as maiores produtividades de feijão da cultivar Pérola foram em palhada de *Brachiaria brizantha*, em comparação com a palhada de milho, sorgo, soja e arroz. A rotação com o uso de palhada de braquiárias poderá reabilitar áreas produtoras de feijão com problemas de fungos e, ao mesmo tempo, reduzir o custo de produção, desde o tratamento de sementes até a minimização do uso dos mais diversos defensivos utilizados na produção desta cultura (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). Já para Gomes Júnior et al. (2008), as cultivares de feijão não apresentaram diferenças significativas quanto à produtividade de sementes, quando o cultivo foi efetuado sobre palhada de milho e braquiária; no entanto, no uso do milho em consórcio com o feijão-de-porco, segundo Teixeira et al. (2008), verificou-se maior rendimento de grãos do feijoeiro.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre cultivares de feijão x espécies de coberturas, significativa para produtividade de sementes (kg ha^{-1}). Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2006/2007.

Cultivares	Coberturas		
	Milheto	Sorgo	<i>B. brizantha</i>
Pérola	1624 Ba	2.782 Aa	3075 Aa
IAC Tunã	2097 Ba	2.326 ABa	2980 Aa
C.Precoce	2261 Aa	2.504 Aa	2581 Aa

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

O palhada de milho e o sorgo apresentam maior produtividade de massa fresca e seca e maior acúmulo de nutrientes.

A semeadura em junho é mais adequada à produção de sementes de feijoeiro.

A época de semeadura do Carioca Precoce não afetou sua produtividade.

O uso da palhada de *Brachiaria brizantha* em cobertura proporcionou melhores condições para a produtividade ao feijoeiro em sistema de plantio direto.

Referências

- BÔER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretária de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 1-56.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1993. p. 19-27.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 1999.
- GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996.
- GOMES JÚNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A.; BUZZETTI, S. **Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Unesp, 1995. p. 34-45. (Série Irrigação, 1).
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 499-522.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I. P.; THUNG, M. Bean yield as affected by mulch from different crops residues. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 44, p. 69-70, 2001.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.
- RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. (Boletim técnico, 81).
- RAMALHO, M. A.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993.
- ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia**, v. 59, n. 1, p. 99-107, 2000.
- SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. L. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.
- TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; FONTANETTI, A. Produtividade e teores foliares de nutrientes do feijoeiro sob diferentes palhadas e doses de nitrogênio em semeadura direta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 123-130, 2008.
- 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 de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 609-618, 2005.

Received on April 8, 2008.

Accepted on September 22, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.