

# Influência das culturas de cobertura morta e de nitrogênio sobre componentes produtivos do feijoeiro de inverno em sucessão ao milho<sup>1</sup>

Rogério Nogueira Garcia<sup>2</sup>, Domingos Fornasieri Filho<sup>3</sup>, Flávio Minto Boldieri<sup>4</sup>, Disney Amélio Cazetta<sup>5</sup>, José Antônio de Souza Rossato Júnior<sup>4</sup>, Robson Vieira Marchiori<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Parte do Trabalho de Graduação do primeiro autor. Projeto financiado pela Fapesp.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Rua Senador Feijó, 336, Vila Maria. CEP 14300-000, Batatais (SP), Brasil. rogerionogarcia@zipmail.com.br

<sup>3</sup> Autor para correspondência. Unesp-FCAV, Departamento de Produção Vegetal. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s.n. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. fornasieri@fcav.unesp.br

<sup>4</sup> Graduandos do Curso de Agronomia da Unesp-FCAV, Departamento de Produção Vegetal. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. fmboldieri@yahoo.com.br ; joserossato@netsite.com.br, respectivamente.

<sup>5</sup> Doutorando do Curso de Agronomia da Unesp-FCAV, Departamento de Produção Vegetal. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. disnei@fcav.unesp.br

## Resumo

Em regiões tropicais de baixa altitude, o desempenho de espécies geradoras de fitomassa para cobertura do solo, nos sistemas de produção envolvendo culturas de milho no verão e feijão no inverno, é de suma importância na implantação e na viabilização do sistema plantio direto. O trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico do feijoeiro de inverno, em sucessão à cultura do milho, antecedida por espécies produtoras de fitomassa, na presença e na ausência de N em cobertura no feijoeiro. Utilizaram-se como culturas geradoras de fitomassa: *Crotalaria juncea* (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> anos), *Cajanus cajan* (1<sup>a</sup> ano), *Pennisetum americanum* (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> anos), *Brachiaria decumbens* (1<sup>a</sup> ano), *Canavalia brasiliensis* (2<sup>a</sup> ano) e *Eleusine indica* (2<sup>a</sup> ano), em cultivo exclusivo e em consórcio (gramíneas e leguminosas) e vegetação espontânea. Verificou-se que a adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro influencia positivamente nos componentes produtivos e na produtividade; resíduos da adubação nitrogenada quando realizada nas doses entre 120 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, na cultura antecessora de milho, possibilita incrementos na produtividade do feijoeiro; resíduos da cobertura vegetal, em especial das leguminosas, interferem positivamente, de forma geral, nos componentes produtivos e na produtividade do feijoeiro.

**Palavras-chave adicionais:** *Phaseolus vulgaris*; adubação verde e química; consórcio; sistema de produção.

## Abstract

GARCIA, R. N.; FORNASIERI FILHO, D.; BOLDIERI, F. M.; CAZETTA, D. A.; JOSÉ ROSSATO JÚNIOR, A. de S.; MARCHIORI, R. V. Influence of the mulching crops and of nitrogen on the yield components of winter dry beans following corn. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1, p. 115-122, 2006.

In tropical regions of low altitude, the performance of green mass generating species for covering the ground, in production systems involving crops of maize in the summer and beans in the winter, becomes of utmost importance for implantation and success of the no-tillage system. This work had as objective to evaluate the agronomic performance of the winter dry bean, in succession to maize crop, preceded by green mass producing species, in the presence and absence of top dressed N. The following species had been previously used for green mass production: *Crotalaria juncea* (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year), *Cajanus cajan* (1<sup>st</sup> year), *Pennisetum americanum* (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> year), *Brachiaria decumbens* (1<sup>st</sup> year), *Canavalia brasiliensis* (2<sup>nd</sup> year) and *Eleusine indica* (2<sup>nd</sup> year), either isolated or in association (grasses and leguminous), and as spontaneous vegetation. It was verified that the nitrogen fertilization in top dressed N in the bean influence positively the yield components and yield grains; residues of the nitrogen fertilization in the rates between 120 the 150 kg ha<sup>-1</sup> of N in maize, determines increments in the yield grains of the bean; residues of the covering plants, in special of the leguminous, influences positively, of general form, in the yield components and the yield of the bean.

**Additional keywords:** *Phaseolus vulgaris*; green and chemical fertilization; association; production system.

## Introdução

É importante conhecer o desempenho de culturas geradoras de fitomassa para a cobertura do solo em regiões com estação seca definida e de baixa altitude,

onde a produção de palhada de cobertura morta estável para a adoção do sistema plantio direto é dificultada, como ocorre na região de Jaboticabal (SP), em razão da rápida decomposição de fitomassa depositada sobre o solo. Para isso, a utilização de resíduos com maior

relação C/N possibilita decomposição mais lenta, com incrementos na disponibilidade de matéria orgânica no solo e na promoção da liberação gradual de nitrogênio para as culturas comerciais (CALEGARI et al., 1993). Espécies vegetais utilizadas como adubo verde, principalmente leguminosas, apesar de possuírem menor relação C/N, apresentam a vantagem de rápida liberação de nutrientes durante sua decomposição (DAROLT, 1998). Por meio do consórcio de leguminosas e gramíneas, com elevada produção de fitomassa, podem-se conciliar proteção e adubação do solo (OLIVEIRA et al., 2002). A escolha das espécies adequadas para cobertura vegetal é fundamental para a manutenção ou elevação da fertilidade do solo, influenciando a produtividade das culturas em sucessão.

Segundo BULISANI et al. (1987), a utilização de espécies com elevada produção de fitomassa, incorporada ou não ao solo, além de proporcionar a possibilidade da rotação de culturas, resulta em efeitos benéficos à produtividade do feijoeiro. As maiores produtividades de grãos de feijão foram obtidas por DERPSCHE & CALEGARI (1992), quando este foi semeado diretamente sobre restos culturais da aveia-preta, nabo-forrageiro e tremoço-branco. ARF et al. (1999) verificaram que as maiores produtividades de feijão são obtidas com a incorporação dos restos culturais de mucuna-preta, lab-lab e milho + mucuna-preta semeada 100 dias após a semeadura do milho, além de verificar que a incorporação de restos culturais de mucuna-preta produz, praticamente, o dobro de grãos de feijão em relação à incorporação apenas de restos culturais de palhada de milho.

Quanto à adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro, a aplicação deste nutriente em cobertura, em geral, apresenta efeito positivo sobre a produtividade de grãos desta leguminosa (SILVEIRA & DAMASCENO, 1993; ARF et al., 1999; BORDIN et al., 2003; SILVA et al., 2003). DINIZ (1995), avaliando a resposta da cultura do feijão à aplicação de nitrogênio, na semeadura e em cobertura, verificou que a adubação em cobertura foi eficiente, aumentando o número de vagens por planta e massa de cem grãos, resultando em acréscimo de produtividade de 19 a 39%. AMBROSANO et al. (1996) obtiveram aumento na produtividade de grãos com adição de nitrogênio, além de verificar que sua aplicação em cobertura, 25 dias após a emergência, é mais efetiva do que quando aplicada na semeadura.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomico do feijoeiro de inverno, em sucessão à cultura do milho, que foi antecedida por culturas produtoras de fitomassa, na presença e ausência de nitrogênio em cobertura.

## Material e métodos

O trabalho foi conduzido em Jaboticabal (SP), localizada a 21°15' de latitude sul, 48°18' de longitude oeste e altitude em torno de 595 m, em Latossolo Vermelho eutrófico, típico, textura muito argilosa, A moderado, caulínico oxidico, mesoférico e relevo suave ondulado (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999). A análise química e granulométrica (camada de 0 – 20 cm de profundidade) revelou os seguintes resultados: pH CaCl<sub>2</sub> = 5,6; P resina = 56 mg dm<sup>-3</sup>; K = 4,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 15 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 28 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 69,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 97,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 71%; M.O. = 22 g dm<sup>-3</sup>; areia grossa = 110 g kg<sup>-1</sup>; areia fina = 120 g kg<sup>-1</sup>; silte = 190 g kg<sup>-1</sup>, e argila = 580 g kg<sup>-1</sup>.

O clima da região é mesotérmico, com verão chuvoso e inverno relativamente seco. A precipitação média anual é de, aproximadamente, 1.425 mm, e a umidade relativa média anual é de 70%. A área experimental, no período da safra 2000-2001, foi ocupada com feijão no inverno e arroz no verão, que, após a colheita, foi deixada em pousio. No primeiro ano experimental, realizou-se o preparo da área com escarificador e duas gradagens e em 13-9-2001, foram semeadas mecanicamente, em linha sem adubação, no espaçamento entre linhas de 25 cm, as espécies vegetais produtoras de fitomassa, constituídas por milheto (*Pennisetum americanum*), braquiária (*Brachiaria decumbens*), guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*) em cultivo exclusivo e em consórcio (crotalária + milheto, crotalária + braquiária, guandu + milheto e guandu + braquiária), adicionando-se mais um tratamento constituído por vegetação espontânea.

Aos 70 dias após a semeadura das coberturas vegetais, realizou-se a dessecação química com glifosato, na dose de 2.160 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 0,15% de sulfato de amônio com 300 L ha<sup>-1</sup> de calda, e, dez dias depois, procedeu-se ao manejo mecânico com uso de desintegrador de palhada (modelo Triton), mantendo-se a cobertura sobre a superfície do solo. Em 5-12-2001, semeou-se, em cada uma das parcelas com distintas coberturas vegetais, o milho AGN 3050 no sistema plantio direto, utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-20-20, de acordo com as recomendações sugeridas por RAIJ & CANTARELLA (1996), para produtividade estimada de 8-10 t ha<sup>-1</sup>. Logo após a semeadura, complementou-se a adubação de semeadura com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de nitrato de amônio. A cultura foi submetida a diferentes formas de aplicação de doses de N (kg ha<sup>-1</sup>): ausência de N, tanto na semeadura (S) como em cobertura (C); 30 (S) + 0 (C); 30 (S) + 30 (C); 30 (S) + 60 (C); 30 (S) + 90 (C), e 30 (S) + 120 (C). A adubação nitrogenada de cobertura,

na forma de nitrato de amônio, foi realizada 30 dias após a emergência das plantas, quando estas estavam no estádio de seis a oito folhas desdobradas.

Após a colheita do milho, a área permaneceu em repouso até 1º de junho de 2002, quando se efetuou a dessecação das plantas invasoras com glifosato (2.160 g l.a. ha<sup>-1</sup>). Dez dias depois, foi semeado feijão cultivar IAC-Carioca, sob sistema plantio direto, utilizando-se de 14 sementes por metro linear, no espaçamento de 0,45 m, e cada subsubparcela foi constituída por cinco linhas de 5 m de comprimento. A adubação de semeadura, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-20-20, foi realizada de acordo com a recomendação de AMBROSANO et al. (1996), para produtividade estimada de 3 t ha<sup>-1</sup>. Em cada uma das subsubparcelas experimentais, com o objetivo de verificar eventual efeito da residualidade da adubação nitrogenada utilizada na cultura do milho, procedeu-se à sua divisão no sentido longitudinal, constituindo as subsubparcelas experimentais; em uma das partes, não se forneceu N em cobertura ao feijoeiro; na outra metade, aplicaram-se, no pré-florescimento (estádio R5), 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de nitrato de amônio. Estas subsubparcelas foram dispostas no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, e, nas três linhas centrais, foram efetuadas as determinações agronômicas.

Quanto ao atendimento às exigências de água da cultura do feijão, utilizou-se a irrigação por aspersão convencional, definindo-se o momento da irrigação por meio de tensiometria, tomando-se como tensão hídrica crítica o valor de 0,05 MPa, e a lâmina de água a aplicar, com base nos coeficientes de cultura (Kc) dos diversos estádios de desenvolvimento da planta e na evaporação determinada com tanque classe A.

Ao final do ciclo da cultura do feijão, foram coletadas dez plantas por subsubparcela, nas quais foram determinados o número de vagens por planta e o número de grãos por planta. A produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida após a colheita e a debulha mecânica das plantas da área útil, corrigindo-se o teor de água para 13% (b.u.); determinou-se, ainda, a massa de 100 grãos, corrigindo-se o teor de água para 13% (b.u.).

Após a colheita do feijão, em 5-10-2002, a área experimental permaneceu em pousio, sendo, em 28-10-2002, realizada a dessecação química e, em 5-11-2002, procedeu-se à semadura das espécies produtoras de fitomassa, representadas por crotalaria, milheto, capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine indica*) e feijão-bravo (*Canavalia brasiliensis*), em cobertura exclusiva e consórcio. Em torno de 60 dias depois, procedeu-se à dessecação química e, em 9-1-2002, à semadura do híbrido AG 9010 de milho. Após a colheita deste, foi realizada a dessecação química das plantas invasoras e, a seguir, em 28-5-2003, a semadura do feijão cultivar IAC-Carioca, em sistema plantio direto. Realizou-se, nesta segunda safra de feijão de inverno,

os tratos culturais similares aos do 1º ano, o mesmo ocorrendo para as características avaliadas.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, por meio de análise de variância (Teste F), e comparação das médias, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Os valores médios relativos aos componentes produtivos e produtividade da cultura do feijoeiro no decorrer de dois anos agrícolas em funções da adubação nitrogenada residual da cultura do milho, das coberturas vegetais antecedendo a cultura do feijoeiro, na presença e na ausência da adubação nitrogenada em cobertura do feijoeiro verificas-se, com relação ao número de vagens por planta, no 1º ano experimental, a influência positiva do N aplicado em cobertura na cultura do feijoeiro, bem como a ocorrência de interação entre CVe x DM (Tabela 1); no 2º ano tem-se a interação entre CVe x DM e entre DM x DF (Tabela 1). Com o desdobramento da interação CVe x DM, em ambos os anos agrícolas, constata-se que quando se utiliza doses de N inferiores a 30 kg ha<sup>-1</sup> na cultura anterior de milho, apenas no 1º ano o número de vagens por planta de feijoeiro é influenciado pela cobertura vegetal (Tabela 2). O resíduo da vegetação espontânea proporciona um menor número de vagens em relação ao da *Crotalaria juncea* + *Pennisetum americanum* na dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N; na dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, o feijão em sucessão ao resíduo de *Cajanus cajan* apresenta menor número de vagens relativamente ao obtido em sucessão a *Crotalaria juncea*.

Quanto à interação DM x DF no 2º ano de cultivo do feijoeiro, verifica-se que a adubação nitrogenada no feijoeiro interfere positivamente no número de vagens quando desenvolvida sob condições de adubação nitrogenada residual de milho menor ou igual a 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que demonstra o efeito benéfico da adubação nitrogenada residual realizado em cobertura no milho em doses elevadas (Tabela 2), especialmente na ausência de cobertura nitrogenada no feijoeiro.

Quanto ao número de grãos por planta no feijoeiro (Tabela 1) verifica-se, em ambos os anos agrícolas, que as coberturas vegetais antecessoras não influenciam nesse componente. Por sua vez a adubação residual nitrogenada na cultura do milho, na dose total de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (30S + 120C), interfere positivamente no número de grãos relativamente às adubações residuais com até 60 kg ha<sup>-1</sup> de N. Também a adubação nitrogenada, quando realizada especificamente na cultura do feijoeiro, possibilita incrementos nesse componente (Tabela 1). Resultados similares foram obtidos por ARF et al. (1999) e por BORDIN et al. (2003).

Tabela 1 – Número de vagens e de grãos por planta de feijoeiro irrigado em rotação ao milho em sucessão a coberturas vegetais, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada, no sistema plantio direto. Jaboticabal (SP). Safras 2002 e 2003<sup>(1)</sup>.

Table 1 – Number of pods and grains per plant of irrigated winter dry bean crop in rotation with corn after green mulching, under different levels of nitrogen fertilization in the no-tillage system. Jaboticabal (SP), Brazil. Harvests 2002 and 2003<sup>(1)</sup>.

Teste F / F test Fatores de variação / Sources of variation	Número de vagens por planta / Number of pods per plant		Número de grãos por planta / Number grains per plant	
	Ano experimental / Year			
	1º ano / 1 <sup>st</sup> year	2º ano / 2 <sup>nd</sup> year	1º ano / 1 <sup>st</sup> year	2º ano / 2 <sup>nd</sup> year
Cobertura vegetal (Cve) / Mulching (Cve)	1,28 NS	3,24 *	1,67 NS	2,87 NS
N no milho (DM) / N in corn (DM)	2,01 NS	2,43 *	4,36 **	3,22 **
N em feijão (DF) / N in beans (DF)	405,0 **	53,89 **	544,8 **	112,2 **
Cve x DM	1,66 *	1,50 *	1,46 NS	1,24 NS
Cve x DF	1,26 NS	0,98 NS	0,77 NS	1,32 NS
DM x DF	0,86 NS	3,91 **	2,54 NS	1,58 NS
Cve x DM x DF	0,93 NS	2,13 **	0,44 NS	2,52 **
Coberturas vegetais / Mulching species				
<i>Crotalaria juncea</i> (Cj)	11	14	37	39
<i>Cajanus cajan</i> (Cc)	11	-	34	-
<i>Canavalia brasiliensis</i> (Cb)	-	12	-	36
<i>Pennisetum americanum</i> (Pa)	11	12	35	37
<i>Brachiaria decumbens</i> Bd)	11	-	34	-
<i>Eleusine indica</i> (Ei)	-	14	-	36
Cj + Pa	11	14	33	35
Cj + Bd	11	-	35	-
Cj + Ei	-	14	-	37
Cc + Pa	11	-	34	-
Cb + Pa	-	16	-	36
Cc + Bd	11	-	34	-
Cb + Ei	-	14	-	36
Vegetação espontânea / Spontaneous vegetation	10	14	33	35
DMS (Tukey) a 5% / LSD (Tukey) at 5%	-	1,27	-	-
CV (%)	18,0	22,9	17,1	21,8
N no milho (kg ha <sup>-1</sup> ) / N in corn (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	11	14	34 b	36 b
30 (30 S + 0 C)	11	14	34 b	36 b
60 (30 S + 30 C)	11	15	34 b	36 b
90 (30 S + 60 C)	11	14	35 ab	37 ab
120 (30 S + 90 C)	11	14	35 ab	37 ab
150 (30 S + 120 C)	11	15	36 a	38 a
DMS (Tukey) a 5% / LSD (Tukey) at 5%	-	-	2,31	0,89
CV (%)	13,1	0,84	13,7	24,61
N no feijão (kg ha <sup>-1</sup> ) / N in beans (kg ha <sup>-1</sup> )				
0 (2)	10 b	14	30 b	32 b
60 (0 S + 60 C)	12 a	16	39 a	40 a
DMS (Tukey) a 5% / LSD (Tukey) at 5%	0,23	0,28	0,79	0,83
CV (%)	11,7	19,0	11,9	19,68

NS: não-significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(2) S: semeadura; C: cobertura.

NS: no-significant; \*\*: significant at 1% of probability level by the F test; \*: significant at 5% of probability level by the F test.

(1) Means followed by the same letter are not different by the Tukey test at 5% of probability level.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

(2) S: sowing; C: side dressing.

Tabela 2 – Desdobramento das interações para estudo do feijão dentro das coberturas vegetais e das doses de nitrogênio no milho e no feijoeiro em relação ao número de vagens por planta. Jaboticabal (SP). Safras 2002 e 2003<sup>(1)</sup>.

Table 2 – Interaction of N doses applied to corn and winter dry bean crops and mulching species on the number of pods per plant. Jaboticabal (SP), Brazil. Harvests 2002 and 2003<sup>(1)</sup>.

Coberturas vegetais (2)/ Mulching species(2)	N no milho (kg ha <sup>-1</sup> ) / N in corn (kg ha <sup>-1</sup> )														Teste F / F test	
	0		30		60		90		120		150		1ª ano/ 1 <sup>st</sup> year	2ª ano/ 2 <sup>nd</sup> year		
Cj	11 ABb	16	13 Aa	16	12 ab	16 AB	11 ab	15	11 ab	16	12 ab	17	2,46 *	0,82 NS		
Cc	11 ABab	-	10 Bb	-	12 a	-	11 ab	-	11 ab	-	12 a	-	4,40 **	-		
Cb	-	15	-	14	-	14 B	-	16	-	15	-	15	-	0,90 NS		
Pa	11 AB	16	11 AB	15	12	16 AB	12	16	11	14	11	14	1,01 NS	1,42 NS		
Bd	11 AB	-	12 AB	-	12	-	12	-	12	-	12	-	1,29 NS	-		
Ei	-	15 b	-	16 ab	-	14 Bb	-	16 ab	-	15 ab	-	17 a	-	3,00 *		
Cj + Pa	13 A	16	11 AB	15	12	16 AB	12	16	11	17	11	17	1,80 NS	1,45 NS		
Cj + Bd	12 AB	-	11 AB	-	11	-	11	-	12	-	11	-	0,47 NS	-		
Cj + Ei	-	15	-	16	-	16 AB	-	16	-	15	-	16	-	0,74 NS		
Cc + Pa	11 AB	-	11 AB	-	12	-	11	-	12	-	12	-	2,07 NS	-		
Cb + Pa	-	17	-	16	-	17 A	-	17	-	17	-	16	-	1,22 NS		
Cc + Bd	11 AB	-	11 AB	-	11	-	12	-	12	-	12	-	0,56 NS	-		
Cb + Ei	-	15	-	15	-	17 A	-	15	-	16	-	16	-	1,32 NS		
Espontânea / Spontaneous	10 B	14 b	12 AB	15 ab	11	17 Aa	11	15 b	11	17 a	11	16 a	1,20 NS	3,06 *		
Teste F / F test	2,42 *	1,30 NS	2,85 **	1,62 NS	1,03 NS	2,81 **	1,11 NS	1,86NS	0,79 NS	1,38 NS	1,13 NS	1,91NS				
N no feijão (kg ha <sup>-1</sup> ) N in bean (kg ha <sup>-1</sup> )	N no milho (kg ha <sup>-1</sup> ) / N in corn (kg ha <sup>-1</sup> )														Teste F / F test	
	0		30		60		90		120		150					
	2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year		2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year		2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year		2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year		2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year		2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year		2ª ano / 2 <sup>nd</sup> year			
0	14 Bb		14 Bb		14 Bb		14 Bb		15 ab		16 a		5,02 **			
60	15 A		15 A		15 A		15 A		16		16		1,12 NS			
Teste F / F test	14,4 **		14,4 **		12,1 **		30,2 **		2,1 NS		0,01 NS					

(1) Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

NS: não-significativo. \* e \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

(1) Means followed by the same small letter within lines and the same capital letter within columns are not different by the Tukey test at 5% of probability level.

NS: no-significant. \* and \*\*: significant at 5% and 1% of probability level by the F test respectively.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

(2) Cj: *Crotalaria juncea*; Cc: *Cajanus cajan*; Cb: *Canavalia brasiliensis*; Pa: *Pennisetum americanum*; Bd: *Brachiaria decumbens*; Ei: *Eleusine indica*.

Verifica-se assim que em ambos os componentes produtivos que com adequada sucessão e rotação de culturas, pode-se proporcionar melhor aproveitamento dos adubos nitrogenados, possibilitando a redução de custo com adubação nitrogenada mineral na cultura em sucessão.

Com relação à massa de 100 grãos e a produtividade de grãos do feijoeiro (Tabela 3), verifica-se que a massa de 100 grãos não é influenciada pelo resíduo da adubação nitrogenada realizada no milho nos dois anos experimentais (Tabela 3). Entretanto, é afetada de forma diferenciada pelas coberturas vegetais no 2º ano experimental, com a *Canavalia brasiliensis*

possibilitando a obtenção de valores mais elevados desse componente relativamente a *Eleusine indica*. Provavelmente, a leguminosa por gerar fitomassa com relação C/N mais estreita e por ser fixadora simbiótica de N<sub>2</sub> atmosférico é capaz de fornecer, pela atividade de mineralização de seus restos, maior quantidade de N, relativamente a gramínea *Eleusine indica*. No 1º ano experimental observa-se a ocorrência de interação entre CVe x DF (Tabela 4), cujo desdobramento permite verificar, quando a cobertura vegetal é representada exclusivamente por leguminosas, que o fornecimento de nitrogênio na cultura do feijoeiro não interfere nesse componente, relativamente aos tratamentos que

não receberam o nutriente. Entretanto, a adubação nitrogenada interfere positivamente no componente quando a cobertura vegetal anterior é representada por gramínea e pela associação gramínea + leguminosa, o que reflete os efeitos benéficos da fixação simbiótica sobre esse componente produtivo. Esses resultados são diferentes daqueles observados por BORDIN et al. (2003) que não verificaram influência das coberturas vegetais, sejam elas gramíneas ou leguminosas.

Quanto à produtividade de grãos, no 1º ano

experimental, verifica-se que o feijoeiro, quando cultivado em sucessão a *Crotalaria juncea*, apresenta valores superiores à aquelas obtidas quando em sucessão à vegetação espontânea, não diferenciando das demais coberturas vegetais. Também WUTKE et al. (1998), trabalhando com aveia-preta, crotalária, quando e mucuna-preta, observaram maior produtividade de feijão na área de mucuna-preta, embora sem diferença significativa com a crotalária.

Tabela 3 – Massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijoeiro irrigado em rotação ao milho em sucessão a coberturas vegetais, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada, no sistema plantio direto. Jaboticabal (SP). Safras 2002 e 2003<sup>(1)</sup>.

Table 3 – Mass of 100 grains and grain yield of irrigated winter dry bean crop in rotation with corn after green mulching, under different levels of nitrogen fertilization in the no-tillage system. Jaboticabal (SP), Brazil. Harvests 2002 and 2003<sup>(1)</sup>.

Teste F / F test	Massa de 100 grãos / Mass of 100 grains (g)		Produtividade de grãos / Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	
	1º ano / 1 <sup>st</sup> year	2º ano / 2 <sup>nd</sup> year	1º ano / 1 <sup>st</sup> year	2º ano / 2 <sup>nd</sup> year
Fatores de variação / Sources of variation				
Cobertura vegetal (CVe) / Mulching (CVe)	2,60 *	4,72 **	2,85 *	3,62 **
N no milho (DM) / N in corn (DM)	1,23 NS	0,91 NS	3,45 **	2,75 *
N em feijão (DF) / N in beans (DF)	81,68 **	7,71 **	627,7 **	17,32 **
CVe x DM	1,06 NS	1,19 NS	0,77 NS	1,22 NS
CVe x DF	2,06 *	1,46 NS	0,30 NS	2,69 **
DM x DF	0,86 NS	1,60 NS	2,03 NS	0,85 NS
CVe x DM x DF	1,02 NS	1,20 NS	0,82 NS	0,96 NS
Coberturas vegetais / Mulching species				
<i>Crotalaria juncea</i> (Cj)	21,8	23,5 ab	1456 a	1557
<i>Cajanus cajan</i> (Cc)	22,2	-	1346 ab	-
<i>Canavalia brasiliensis</i> (Cb)	-	24,5 a	-	1528
<i>Pennisetum americanum</i> (Pa)	21,4	23,7 ab	1373 ab	1621
<i>Brachiaria decumbens</i> (Bd)	20,9	-	1323 ab	-
<i>Eleusine indica</i> (Ei)	-	22,7 b	-	1676
Cj + Pa	21,4	23,6 ab	1357 ab	1728
Cj + Bd	21,8	-	1396 ab	-
Cj + Ei	-	23,5 ab	-	1674
Cc + Pa	21,6	-	1388 ab	-
Cb + Pa	-	23,8 ab	-	1831b
Cc + Bd	21,9	-	1375 ab	-
Cb + Ei	-	23,9 ab	-	1681
Vegetação espontânea / Spontaneous vegetation	21,4	23,1 ab	1276 b	1433
DMS (Tukey) a 5% / LSD (Tukey) at 5%	1,10	0,90	142,2	296,85
CV (%)	7,0	7,55	15,0	26,12
N no milho (kg ha <sup>-1</sup> ) / N in corn (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	21,4	23,6	1350 ab	1640 ab
30 (30 S + 0 C)	21,4	23,6	1318 b	1612 ab
60 (30 S + 30 C)	21,6	23,8	1341 ab	1608 ab
90 (30 S + 60 C)	21,8	23,9	1417 a	1567 b
120 (30 S + 90 C)	21,8	23,8	1345 ab	1698 a
150 (30 S + 120 C)	21,6	23,5	1424 a	1694 ab
DMS (Tukey) a 5% / LSD (Tukey) at 5%	-	-	96,20	127,64
CV (%)	6,1	7,44	14	16
N no feijão (kg ha <sup>-1</sup> ) / N in beans (kg ha <sup>-1</sup> )				
0 (2)	21,1 b	23,1 b	1161 b	1574 b
(60) 0 S + 60 C	22,1 a	25,1 a	1571 a	1699 a
DMS (Tukey) a 5% / LSD (Tukey) at 5%	0,22	0,22	32,3	59,3
CV (%)	5,4	6,8	12	19

NS: não-significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; \*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> S: semeadura; C: cobertura.

NS: no-significant; \*\*: significant at 1% of probability level by the F test; \*: significant at 5% of probability level by the F test.

<sup>(1)</sup> Means followed by the same letter are not different by the Tukey test at 5% of probability level. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

<sup>(2)</sup> S: sowing; C: : side dressing.

Tabela 4 – Desdobramento das interações para estudo do feijão dentro das coberturas vegetais e das doses de N no feijoeiro, em relação à massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Jaboticabal (SP). Safra 2002 e 2003<sup>(1)</sup>.

Table 4 – Interactions of N rates applied to winter dry bean crop and mulching species on , mass of 100 grains and grain yield. Jaboticabal (SP), Brazil. Harvests 2002 and 2003<sup>(1)</sup>.

Coberturas vegetais / Mulching species	Massa de 100 grãos / Mass of 100 grains (g)			Produtividade de grãos / Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Doses de N no feijão (kg ha <sup>-1</sup> ) / N doses in bean (kg ha <sup>-1</sup> )					
	2 <sup>o</sup> ano / 2 <sup>nd</sup> year			1 <sup>o</sup> ano / 1 <sup>st</sup> year		
	0	60	Teste F / F test	0	60	Teste F / F test
<i>Crotalaria juncea</i> (Cj)	21,6 AB	22,0 AB	1,28 NS	1455 b	1660 ABC a	5,13 *
<i>Cajanus cajan</i> (Cc)	21,9 A	22,6 AB	3,31 NS	-	-	-
<i>Canavalia brasiliensis</i> (Cb)	-	-	-	1511	1545 BC	0,14 NS
<i>Pennisetum americanum</i> (Pa)	21,0 AB b	21,8 Ba	5,46 *	1529 b	1715 ABC a	4,27 *
<i>Brachiaria decumbens</i> (Bd)	20,6 B b	21,3 AB a	4,42 *	-	-	-
<i>Eleusine indica</i> (Ei)	-	-	-	1635	1717 ABC	0,83 NS
Cj + Pa	20,9 AB b	22,0 AB a	11,12 **	1577 b	1880 AB a	11,29 **
Cj + Bd	20,9 AB b	22,8 A a	31,35 **	-	-	-
Cj + Ei	-	-	-	1552 b	1796 AB a	7,30 *
Cc + Pa	20,8 AB b	22,5 AB a	22,74 **	-	-	-
Cb + Pa	-	-	-	1692 b	1970 A a	9,44 **
Cc + Bd	21,4 AB b	22,4 AB a	8,72 **	-	-	-
Cb + Ei	-	-	-	1672	1689 ABC	0,03 NS
Vegetação espontânea / Spontaneous vegetation	20,9 AB b	21,9 AB a	8,72 **	1405	1462 C	0,40 NS
Teste F / F test	2,29 *	2,54 *		1,65 NS	4,94 **	

(1) Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

NS: não-significativo. \* e \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

(1) Means followed by the same small letter within lines and the same capital letter within columns are not different by the Tukey test at 5% of probability level.

NS: no-significant. \* and \*\*: significant at 5% and 1% of probability level by the F test respectively.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

A adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro também proporciona incrementos na produção de grãos (Tabela 3), concordando com os resultados obtidos por BORDIN et al. (2003); SILVA et al. (2003); ARF et al. (1999) e SILVEIRA & DAMASCENO (1993).

No 2<sup>o</sup> ano experimental, observa-se a ocorrência de interação CVe x DF sobre a produtividade do feijoeiro, cujo desdobramento, expresso na Tabela 4, permite verificar que na ausência da adubação nitrogenada do feijoeiro, as diversas coberturas vegetais não exerceram qualquer influência; na presença da adubação nitrogenada, as coberturas vegetais representadas por *Canavalia brasiliensis* + *Pennisetum americanum* proporcionam produtividades superiores à aquelas obtidas com vegetação espontânea e *Canavalia brasiliensis*. Dessa forma, de uma maneira geral, a utilização do N em cobertura no feijoeiro, independentemente da cobertura vegetal anterior, influenciou positivamente na produtividade; entretanto, com o uso da *Canavalia brasiliensis*, da *Eleusine indica* e da associação *Canavalia brasiliensis* + *Eleusine indica* e

da vegetação espontânea isso não ocorreu no 2<sup>o</sup> ano.

Verifica-se, pois, que a conciliação de gramínea e leguminosa para a proteção do solo, assim como para a reciclagem de nutrientes é de interesse (ALVARENGA et al., 1995), uma vez que a liberação dos nutrientes é lenta, o que ajuda a explicar as produtividades altamente elevadas obtidas com o feijoeiro na ausência de N em cobertura (Tabela 3). Entretanto CARVALHO (2000), avaliando o efeito da rotação de culturas e da adubação verde sobre o desempenho do feijão, não verificaram sua influência nas características agrônômicas e na produtividade de grãos; por sua vez os resultados benéficos dos resíduos culturais e da sucessão de culturas sobre o desempenho produtivo do feijoeiro de inverno foram demonstrados por BULISANI et al. (1987), VEIGA et al. (1997) e ARF et al. (1999).

Quanto à adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do feijão, de forma geral, esta influenciou positivamente nos componentes de produção. Estes resultados concordam com os obtidos por DINIZ (1995) e por SILVEIRA & DAMASCENO (1993),

que constataram a influência positiva da adubação nitrogenada em cobertura, na massa individual de grãos e na produtividade do feijoeiro, em sucessão à cultura do milho. Também BORDIN et al. (2003), trabalhando com coberturas mortas de crotalária, milheto e sorgo forrageiro, obtiveram incrementos nos componentes de produção do feijoeiro em sucessão a crotalária, com a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionando as maiores produtividades.

## Conclusões

A adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro influencia positivamente nos componentes produtivos e na produtividade.

Resíduos da adubação nitrogenada, quando realizada nas doses entre 120 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de N na cultura antecessora de milho, possibilita incrementos na produtividade do feijoeiro.

Resíduos da cobertura vegetal, em especial das leguminosas interferem positivamente, de forma geral, nos componentes produtivos e na produtividade do feijoeiro.

## Referências

- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. D. Característica de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, 1995.
- AMBROSANO, J. E.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; CANTARELLA, H. **Recomendações de adubação e calagem na cultura do feijão**. 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. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p.194-195.
- ARF, O.; SILVA, L. S. da; BUZZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2029-2036, 1999.
- BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz, com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.417-428, 2003.
- BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. D. de; ROSTON, A. J. A cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. In: BULISANI, E. A. (Coord.). **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.29-88.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCANTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993, 346p.
- CARVALHO, M. A. C. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS**. 2000. 189f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p.16-45 (Circular, 101).
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).
- DINIZ, A. R. **Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar**. 1995. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQ, 1999. 412p.
- 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**, Brasília, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Recomendações de adubação e calagem na cultura do milho para grão e silagem. 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. Campinas: Instituto Agronômico, Fundação IAC, 1996. p.56-59.
- SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SORATTO, R. P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.81-87, 2003.
- SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1269-1276, 1993.
- VEIGA, A.; BULISANI, E. A.; MIYASAKA, S.; ALMEIDA, L. D. de; RAIJ, B. van. **Produção do feijoeiro**. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 17p. (Boletim Técnico, 48).
- WUTKE, E. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.325-338, 1998.

Recebido em 25-5-2004.

Aceito para publicação em 25-11-2005.