

## ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO CULTIVO DO MILHO

PABLO ARAMÍS SANTOS<sup>1</sup>, AMILTON FERREIRA DA SILVA<sup>2</sup>, MARCO ANTONIO CAMILLO DE CARVALHO<sup>3</sup> e GUSTAVO CAIONE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, graduado pela Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Rio de Janeiro, 554, Centro, CEP: 78575-000, Juaraa, MT, Brasil, E-mail: pablo.aramis@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Av. Brasil, 56, Centro, CEP: 15385-000 Ilha Solteira, SP, Brasil, E-mail: amilton@agronomo.eng.br, agcaione@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso, (UNEMAT), Rodovia MT 208, km 147, Jardim Tropical, CEP: 78580-000 Alta Floresta, MT, Brasil, E-mail: marco@w3nt.com

---

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.2, p.123-134, 2010

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar o desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.) sob plantio direto, com e sem a aplicação de N em cobertura em sucessão a adubos verdes, foi conduzido um experimento durante o ano agrícola de 2008/2009, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argilosa, no campo experimental da UNEMAT, Alta Floresta, MT. O experimento foi em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os adubos verdes crotalária júncea (*Crotalaria juncea*), crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), milheto (*Pennisetum americanum*) e vegetação espontânea e nas subparcelas a aplicação de N (0 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) no delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições. Foram avaliadas as seguintes características na cultura do milho: altura de plantas, altura de inserção de espiga, comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, peso de 100 grãos, peso de espiga despalhada e produtividade. A cultura do milho respondeu positivamente à adubação verde mesmo na ausência de N. Porém, ao se utilizar N, houve incremento de produtividade, destacando-se as leguminosas como melhores culturas antecessoras ao milho.

**Palavras chave:** plantas de cobertura, *Zea mays*, plantio direto, produtividade.

## GREEN MANURES AND COVERING NITROGEN FERTILIZATION IN MAIZE

**ABSTRACT** - Aiming to evaluate the performance of maize (*Zea mays* L.) under no-tillage system, with or without covering nitrogen application succeeding green manures, an experiment was carried out at 2008/2009 growing season, in a reddish-yellow Oxisol typic, clayey, in an experimental area of UNEMAT, Alta Floresta, MT. A split-plot scheme was used, being green manures the plots ((sun hemp (*Crotalaria juncea*), sun hemp (*Crotalaria spectabilis*), jack bean (*Canavalia ensiformes*), millet (*Pennisetum americanum*) an spontaneous vegetation (fallow ground)) and nitrogen application the subplots (0 and 120 kg ha<sup>-1</sup>), in a randomized blocks design with five replications. The following characteristics were evaluated: plant height, ear height, ear diameter and length, number of grains per ear, 100-grain weight and productivity. The corn culture presented positive response to green manure application, even in the absence of nitrogen. However, when N was used an increase in productivity was observed, highlighting the leguminous as the best crops to precede maize.

**Key words:** cover crops, *Zea mays*, no-tillage system, productivity.

---

A cultura do milho é de grande importância econômica e social, devido a sua múltipla utilização, desde a alimentação animal, sob a forma de grãos ou silagem, até a indústria de alta tecnologia. O cereal produzido no Brasil é cultivado em uma área de aproximadamente 14,4 milhões de hectares, com produtividade média de 4 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2009).

O milho, no Brasil, tem um alto potencial produtivo, alcançando 10 t de grãos ha<sup>-1</sup>, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas (Carvalho *et al.*, 2004). Porém, a média de produtividade

nacional não reflete esse potencial atingido por boa parte de produtores, já que essa contempla as produtividades obtidas pelas diversas propriedades com diferentes sistemas de produção, onde, em muitos casos, não são utilizadas técnicas essenciais para obter elevadas produtividades, como calagem, adubação, cultivares melhoradas e técnicas culturais, como a utilização de plantas de cobertura.

A obtenção de altas produtividades de milho é diretamente dependente de elevadas doses de nitrogênio (N) (Amado *et al.*, 2002), o que muitas vezes onera os custos da atividade,

devido ao baixo aproveitamento de N aplicado ao solo sob a forma mineral, uma vez que, se o N mineral estiver disponível precocemente, podem ocorrer perdas do nutriente por lixiviação de  $\text{N-NO}_3^-$  e/ou denitrificação (Rosecrance et al., 2000). Por outro lado, quando o N é liberado tardiamente, a produtividade da cultura torna-se prejudicada. Sendo assim, a utilização da adubação verde associada à rotação de culturas causa efeitos positivos na fertilidade do solo, pois favorece a reciclagem de nutrientes, agregação, armazenamento de água e manutenção da matéria orgânica do solo, quando comparada aos monocultivos anuais, sem as plantas de cobertura (Boer et al., 2007).

Os restos culturais são uma importante reserva de nutrientes na superfície do solo, pois podem promover disponibilização lenta e gradual, conforme a interação entre os fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividade macro e microbiológica do solo e características inerentes à planta de cobertura (Oliveira et al., 2002).

A adubação verde, principalmente com leguminosas, constitui uma importante maneira de adicionar N, substituindo o adubo mineral, e reciclar outros nutrientes para as plantas, em virtude de promover uma liberação lenta e sincronizada, de acordo com as necessidades das plantas (Amado et al., 2002; Araújo et al., 2005; Torres et al., 2008).

O uso de plantas de cobertura, ou seja, a adubação verde, é uma prática promissora e viável, pois resultados de pesquisas comprovam

sua eficiência em relação à cobertura e proteção do solo e na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas. O cultivo de adubos verdes na entressafra, sobretudo de leguminosas, antecedendo a cultura do milho em sistema de plantio direto (SPD), tem demonstrado ser uma alternativa promissora na suplementação de N (Gonçalves et al., 2000).

Quando se tem condições climáticas favoráveis, é grande a quantidade de N usada pela cultura do milho para completar seu ciclo e refletir em elevada produção. Levando em consideração que a maioria dos solos brasileiros apresenta teores insuficientes do nutriente, faz-se necessário o fornecimento do mesmo, seja ele em forma mineral ou orgânico, com o uso de leguminosas na adubação verde.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi verificar o desempenho da cultura do milho sob plantio direto, com e sem a aplicação de N em cobertura, em sucessão a adubos verdes de verão: crotalaria júncea, crotalaria spectabilis, feijão-de-porco, milheto e vegetação espontânea em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, na região Norte de Mato Grosso.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Alta Floresta, MT, num solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. As coordenadas geográficas do local são 09° 51' 42" S e 56°

04' 07" W, a 283 m de altitude. O clima da região é tropical chuvoso (tipo Awi - segundo Köppen), com estação climática bem definida, estiagem rigorosa e período chuvoso intenso. A temperatura varia de 18 a 40° C, apresentando média de 26° C. A pluviosidade pode atingir médias extremamente altas, podendo ultrapassar 2.800 mm anuais.

O experimento foi em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os adubos verdes crotalaria júncea (*Crotalaria juncea*), crotalaria spectabilis (*Crotalaria spectabilis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), milheto (*Pennisetum americanum*) e vegetação espontânea e nas subparcelas a aplicação de N (0 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), no delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições, totalizando dez tratamentos.

Análises químicas do solo realizadas antes da instalação do experimento revelaram os seguintes resultados na camada de 0-20 cm: matéria orgânica = 13,56 g dm<sup>-3</sup>; pH em H<sub>2</sub>O = 5,07; P-mehlich 1 = 0,92 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,23 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 1,94 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 2,52 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 5,04 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e saturação por bases (V) = 42,06 %.

O experimento foi implantado e conduzido no ano agrícola de 2008/09. A área experimental encontrava-se manejada sob sistema de cultivo convencional, tendo sido cultivado milho na safra anterior. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada nos dias 30 e 31 de outubro de 2008 e manejadas por 60 a 90 dias. Após esse

período, as plantas de cobertura foram roçadas e deixadas sobre o solo para, em seguida, realizar a semeadura do milho sob plantio direto, a qual se procedeu no dia 9 de fevereiro de 2009.

Foi utilizado o híbrido triplo precoce 2B688, da empresa Dow Agrosiences, considerado como milho de safra/safrinha. O espaçamento utilizado foi de 0,70 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. As parcelas tiveram a dimensão de 7,0 x 5,0 m, sendo sete linhas de sete metros em cada parcela, utilizaram-se duas linhas centrais de 3,0 m cada como área útil. Utilizou-se 5 sementes m<sup>-1</sup>, totalizando uma população de aproximadamente 71.000 plantas por hectare.

A adubação de base foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04-30-10, aplicada no sulco de semeadura, de acordo com os resultados da análise de solo, seguindo a recomendação de Alves et al. (1999). Nas subparcelas, avaliou-se a ausência (0 kg ha<sup>-1</sup> de N) e a aplicação de nitrogênio (120 kg ha<sup>-1</sup> de N) sob cada adubo verde, sendo esse aplicado em cobertura na cultura do milho no estágio vegetativo V6, utilizando como fonte de N a uréia (45% N).

O controle de plantas daninhas foi realizado por capina manual. Não foi necessário medidas para o controle de pragas no experimento.

A colheita foi realizada quando os grãos se encontravam no ponto de maturação fisiológica. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (cm), altura de inserção da primeira espiga (cm), comprimento de espiga (cm), diâmetro de espiga (cm), número de grãos por espiga, peso de 100 grãos (g), peso de espiga despalhada (g), e

produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Sistema de Análise Estatística (SANEST).

### Resultados e Discussão

Para altura de plantas (Tabela 1), foi observado efeito significativo dos adubos verdes e da adubação nitrogenada, não havendo interação entre os fatores. Com relação aos adubos verdes, a maior altura foi verificada no tratamento realizado com feijão-de-porco. O uso da adubação nitrogenada em cobertura também proporcionou efeito significativo na altura de plantas em relação à ausência de sua aplicação.

Os dados assemelham-se aos obtidos por Fontanetti et al. (2007), os quais encontraram resultados significativos em relação à altura de plantas, em decorrência do uso de leguminosas antecedendo a cultura do milho. Isso pode ter ocorrido devido à maior exigência do milho por N nos primeiros estádios de seu desenvolvimento; dessa forma, a rápida decomposição das leguminosas (baixa relação C/N) pode ter influenciado nessa disponibilidade. Os resultados obtidos também se assemelham aos do trabalho de Silva et al. (2006), os quais compararam culturas antecessoras e doses de N e observaram maior altura de planta quando o milho foi semeado após a ervilhaca peluda (leguminosa)

e menor após aveia preta (gramínea).

Os adubos verdes e a adubação nitrogenada tiveram influência significativa sobre altura de inserção de espiga (Tabela 1), havendo interação entre os fatores. Analisando o efeito da adubação nitrogenada dentro de cada adubo verde, através dos dados da Tabela 2, observa-se que, quando não se utilizou N, a maior altura de inserção de espiga foi verificada para o feijão-de-porco, não diferindo de crotalária spectabilis. Na ocorrência da adubação nitrogenada, a maior altura de inserção foi proporcionada pela crotalária spectabilis, diferindo dos demais; no entanto, para a adubação verde utilizando o feijão-de-porco, a adubação nitrogenada não apresentou efeito significativo. Segundo Mar (2001), maior altura de planta e de inserção de espiga foram obtidas quando se utilizou N.

Outros autores, como Pöttker & Roman (1994) e Amado & Mielniczuk (2000), ressaltaram que não houve diferença entre o uso ou não da adubação nitrogenada na cultura do milho quando em sucessão a espécies leguminosas; no entanto, destacam a resposta do milho a doses de N quando esse foi cultivado em sucessão a gramíneas.

Em relação ao comprimento de espiga (Tabela 1), observou-se efeito significativo dos adubos verdes e da adubação nitrogenada, porém não ocorreu interação entre os fatores. O feijão-de-porco proporcionou maior comprimento de espiga, não diferindo de crotalária spectabilis. Maiores comprimentos de espiga foram observados na presença da

**TABELA 1.** Valores médios de altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AIE), comprimento de espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE), em função do efeito de adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho. Alta Floresta, MT (2008/09)<sup>1</sup>.

Adubos verdes		AP	AIE	CE	DE
		cm			
Feijão-de-porco		201,42 A	90,65	14,02 A	4,78 A
Crotalaria júncea		181,73 C	81,80	12,17 B	4,57 B
Crotalaria spectabilis		194,87 B	92,46	13,27 A	4,575 B
Milheto		175,83 CD	82,50	11,89 B	4,53 B
Testemunha		173,01 D	81,06	11,27 B	4,40 B
<b>Nitrogênio</b>	Com	190,53 A	91,19	13,76 A	4,67 A
	Sem	180,21 B	80,19	11,29 B	4,47 B
		Valor de F			
Adubos verdes		57,04 **	6,14 **	15,30 **	4,89 **
Adubação N		62,62 **	117,3 **	117,3 **	24,29 **
Adubos verdes x nitrogênio		2,73 <sup>ns</sup>	3,46 *	2,18 <sup>ns</sup>	1,69 <sup>ns</sup>
CV (%)		2,49	4,19	6,43	3,23

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns não significativo pelo teste de F.

\*\*significativo a 1% de probabilidade, segundo o teste F.

\*significativo a 5% de probabilidade segundo, o teste de F.

adubação nitrogenada. O efeito significativo da adubação mineral com N foi encontrado também por Nascimento & Silva (2003) no comprimento, diâmetro e altura de espiga.

Para diâmetro de espiga (Tabela 1), observou-se efeito significativo, não havendo interação entre os fatores. Com relação aos adubos verdes, foram encontrados maiores diâmetros de espiga com o uso do feijão-de-porco, diferindo significativamente dos demais. A presença da adubação nitrogenada proporcionou maiores diâmetros de espiga no

milho.

Em relação ao número de grãos por espiga (Tabela 3), foi constatado efeito significativo dos adubos verdes e da adubação nitrogenada, não havendo interação entre os fatores. Maiores valores de número de grãos por espiga foram encontrados utilizando o feijão-de-porco, sendo que esse não diferiu da crotalaria spectabilis. O uso da adubação nitrogenada favoreceu o maior número de grãos por espiga.

Para peso de 100 grãos (Tabela 3), houve interação entre os fatores, e se observa que, na

ausência do N, o feijão-de-porco proporcionou o maior peso de cem grãos, sendo que esse não diferiu apenas da testemunha (Tabela 4). Com a utilização da adubação nitrogenada, a crotalária *spectabilis* apresentou maior peso de 100 grãos, diferindo dos demais. Sobretudo, ao se utilizar-se o N em cobertura, houve incremento no peso de 100 grãos para todos os adubos verdes.

Verifica-se a ocorrência de interação significativa entre os fatores para o peso de espiga despilhada (Tabela 3). Analisando o efeito da adubação nitrogenada dentro de cada adubo verde (Tabela 5), foi observado que, para todos os adubos verdes utilizados, ocorreu aumento no peso de espiga despilhada ao se utilizar a adubação nitrogenada. Quando se analisa dentro de cada nível de nitrogênio, observa-se que, quando não se utilizou o N, o feijão-de-porco favoreceu o maior peso de espiga, diferindo dos demais. O mesmo foi observado com a utilização da adubação nitrogenada. O resultado mostra

a capacidade das leguminosas, em especial o feijão-de-porco, de fornecer nutrientes para a cultura seguinte. Ceretta et al. (1994) citam as leguminosas de modo geral como plantas capazes de fixar N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e que apresentam baixa relação C/N, o que favorece a rápida decomposição e liberação desse nutriente para a cultura em sucessão.

Em relação à produtividade do milho (Tabela 3), os adubos verdes e a adubação nitrogenada influenciaram significativamente essa variável, ocorrendo interação entre os fatores.

Através da análise realizada dentro de cada nível do fator nitrogênio verifica-se que, quando houve a ausência da adubação nitrogenada no milho, a maior produtividade se deu com a utilização da crotalária *spectabilis* como antecessora (Tabela 5), demonstrando um incremento de 57,5% de produtividade em relação à área de pousio (Testemunha), sendo que essa diferiu dos demais adubos verdes. No

**TABELA 2.** Valores médios de altura de inserção de espiga em função do efeito de adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho. Alta Floresta, MT (2008/2009).

Adubos verdes	Altura de inserção de espiga (cm) <sup>1</sup>	
	Sem Nitrogênio	Com Nitrogênio
Feijão-de-porco	88,6 Aa	92,7 Ba
Crotalária júncea	75,4 Bb	88,2 Ba
Crotalária <i>spectabilis</i>	84,7 Ab	100,2 Aa
Milheto	76,8 Bb	88,2 Ba
Testemunha	75,4 Bb	86,7 Ba

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

**TABELA 3.** Valores médios de número de grãos por espiga (NG), peso de cem grãos (P100G), peso de espiga despalhada (PED) e produtividade de grãos (PROD) em função do efeito de adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho. Alta Floresta, MT (2008/09)<sup>1</sup>.

Adubos verdes		NG	P100G	PED	PROD
		----- g -----			kg ha <sup>-1</sup>
Feijão-de-porco		506,91 A	23,9	151,21	8.860
Crotalária júncea		432,69 B	23,3	111,92	8.194
Crotalária spectabilis		451,56 AB	24,4	138,86	8.105
Milheto		423,23 B	22,7	108,96	6.497
Testemunha		326,45 C	23,1	90,29	3.710
Nitrogênio	Com	464,20 A	25,68	136,88	8.009
	Sem	392,13 B	21,28	103,61	6.137
		----- Valor de F -----			
Adubos verdes		15,65 **	19,44 **	517,78 **	824,59 **
Adubação N		23,62 **	672,22 **	1290,02 **	1474,15 **
Adubos verdes x nitrogênio		0,71 ns	29,72 **	55,25 **	109,48 **
CV (%)		12,24	2,55	2,72	2,44

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns não significativo pelo teste de F.

\*\*significativo a 1% de probabilidade segundo o teste F.

\*significativo a 5% de probabilidade segundo o teste de F.

entanto, altas produtividades do milho foram alcançadas com a utilização de feijão-de-porco e crotalária júncea, sendo superiores em 54,5 e 51,9%, respectivamente, em relação à área de pousio, mesmo sem a presença da adubação com N. Fica evidente o benefício de leguminosas como plantas de cobertura antecessoras ao milho, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica, como visto no presente trabalho.

Quando realizada a adubação nitrogenada, a maior produtividade foi proporcionada pelo feijão-de-porco, diferindo das demais, porém com destaque para a

crotalária júncea e crotalária spectabilis. Vale ressaltar que a adição de 120 kg de N ha<sup>-1</sup> proporcionou um incremento de produtividade de 30%, utilizando como adubo verde o feijão-de-porco, 27% ao se utilizar a crotalária júncea, 6,6% utilizando a crotalária spectabilis, 30,6% para o milheto e 18,9% para a Testemunha.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2009), os quais, avaliando a produtividade de massa seca do milho cultivado sobre palha de crotalária e de milheto, verificaram maior produtividade na presença de resíduos da crotalária e também com o aumento de produtividade em função do uso



**TABELA 4.** Valores médios de peso de 100 grãos em função do efeito de adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho. Alta Floresta, MT (2008/2009).

Adubos verdes	Peso de 100 grãos (g) <sup>1</sup>	
	Sem Nitrogênio	Com Nitrogênio
Feijão-de-porco	22,4 Ab	25,4 Ba
Crotalaria júncea	21,0 BCb	25,6 Ba
Crotalaria spectabilis	20,6 Cb	28,2 Aa
Milheto	20,4 Cb	25,0 BCa
Testemunha	22,0 ABb	24,2 Ca

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

**TABELA 5.** Valores médios de peso de espiga despalhada em função do efeito de adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho. Alta Floresta, MT (2008/2009).<sup>1</sup>

Adubos verdes	Peso de espiga despalhada (g)		Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Sem Nitrogênio	Com Nitrogênio	Sem Nitrogênio	Com Nitrogênio
Feijão-de-porco	127,0 Ab	175,4 Aa	7.298 Bb	10.422 Aa
Crotalaria júncea	106,2 Cb	117,7 Ca	6.916 Cb	9.472 Ba
Crotalaria spectabilis	118,8 Bb	158,9 Ba	7.827 Ab	8.383 Ca
Milheto	87,3 Db	130,6 Da	5.323 Db	7.671 Da
Testemunha	78,7 Eb	101,6 Ea	3.323 Eb	4.097 Ea

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula e na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

de N. De acordo com Weber & Mielniczuk (2009), na ausência da adubação nitrogenada mineral, a utilização de leguminosas aumenta a produtividade do milho.

Com a adição de 60 e 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, sobre diferentes quantidades de palhas de aveia-preta, Ferreira et al. (2009) obtiveram incremento de 91,7 e 98,6%, respectivamente, de produtividade de milho em relação à máxima do experimento (10.553 kg ha<sup>-1</sup>), sendo que a média de produtividade na ausência de N foi de 8.365 kg ha<sup>-1</sup>.

Calegari (1989) observou maiores produtividades de milho sem aplicação de nitrogênio em cobertura quando semeado em sucessão às leguminosas nabo forrageiro, ervilhaca peluda e tremoço, sendo superiores àquelas obtidas após as gramíneas trigo, aveia preta e centeio.

Sullivan et al. (1991) verificaram que o milho cultivado em sucessão ao centeio, em SPD, acumulou menos N na fitomassa do que após leguminosas, atribuindo esse resultado à imobilização microbiana de N do solo, de acordo com a quantidade de resíduos culturais de centeio e com a elevada relação C/N (C/N = 59).

Em trabalho realizado por Carvalho et al. (2004), a crotalária cultivada na primavera proporcionou aumento de 18,5% na produtividade do milho em sucessão, comparada à área de pousio, tanto em plantio direto quanto no sistema de preparo convencional do solo. A resposta do milho cultivado em plantio direto à adubação nitrogenada parece ser muito mais

influenciada pela cultura antecessora e pelas condições de clima do que pelo tempo de adoção desse sistema de manejo do solo (Oliveira & Caires, 2003).

## Conclusões

A adubação verde influencia positivamente nas características vegetativas e produtivas da cultura do milho, mesmo na ausência da adubação nitrogenada mineral.

O uso das leguminosas crotalária júncea, crotalária spectabilis e feijão-de-porco como culturas antecessoras ao milho contribui para maior produtividade da cultura.

A adubação nitrogenada associada a adubos verdes incrementa significativamente a produtividade da cultura do milho.

## Literatura Citada

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** : 5. aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314-316.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em

sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 553-560, 2000.

AMADO, T. J. C.; MILNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, p. 241-248, 2002.

ARAÚJO, A. S. F. de; TEIXEIRA, G. M.; CAMPOS, A. X.; SILVA, F. C.; AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização de nitrogênio pelo trigo cultivado em solo fertilizado com adubo verde (*Crotalaria juncea*) e/ou uréia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 284-289, 2005.

BOER, C. A.; ASSIS, R. A.; 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**, Brasília, DF, v. 42, p. 1269-1276, 2007.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. 37 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 35).

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M.

E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 47-53, 2004.

CERETTA, C. A.; AITA, C.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO, A.; SALET, R. L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 215-220, 1994.

FERREIRA, A. O.; SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A. G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 173-179. 2009.

FONTANÉTTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. dos.; SANTOS, M. M. dos.; CHIOVATO, M. G.; ADRIANO, R. C.; OLIVEIRA, L. R. de. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o milho safrinha em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Viçosa MG, v. 2, p. 1174-1177, 2007.

GONÇALVES, C. N.; CERETA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 24, p. 153-159, 2000.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 out. 2009.

MAR, G. D. **Efeito de doses e época de aplicação de uréia no milho safrinha**. 2001. 66 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I.; F. da. Efeito de leguminosas e de adubação mineral na produção do milho em um luvissole degradado de Alagoinha, PB. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 24, p. 103-111, 2003.

OLIVEIRA, J. M. S. de; CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 351-357, 2003.

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 DF, v. 37, p. 1079-1087, 2002.

PÖTTKER, D.; ROMAN, E. S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 763-770, 1994.

ROSECRANCE, R. C.; McCARTY, G. W.; SHELTON, D. R.; TEASDALE, J. R. Denitrification and N mineralization from

hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) and rye (*Secale cereale* L.) cover crop monocultures and bicultures. **Plant Soil**, The Hague, p. 227:283-290, 2000.

SILVA, D. A. da.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. de.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006.

SILVA, E. D.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 118-127, 2009.

SULLIVAN, P. G.; PARRISH, D. J.; LUNA, J. M. Cover crop contributions to N supply and water conservation in corn production. **American Journal of Alternative Agriculture**, Cambridge, v. 6, p. 106-113, 1991.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 3, p. 421-428, 2008.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 33, n. 2, p. 429-437, 2009.