

Adubação Verde e Nitrogenada na Cultura do Milho

Marco Antonio Camillo de Carvalho¹, Paulo Reinoldo Justen², Elton Douglas Ribeiro Mendes³ e Vander de Freitas Rocha⁴

^{1,4}Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT. ¹marcocarvalho@unemat.br, ^{2,3}Acadêmicos da Universidade do Estado de Mato Grosso. ⁴vandergeane@yahoo.com.br
²paulo_justen@hotmail.com, ³elton_mendes91@hotmail.com

RESUMO - Devido ao alto custo com adubação, diversos produtores rurais utilizam técnicas que proporcionam a manutenção ou a melhoria do potencial produtivo. O objetivo do trabalho foi verificar o desempenho da cultura do milho sob plantio convencional, com diferentes doses de N em cobertura, em sucessão a adubos verdes, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas o adubo verde/cobertura de solo (*Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria ochroleuca* Feijão de Porco, Feijão Guandu e vegetação espontânea) e nas sub parcelas três doses de nitrogênio (0, 80 e 160 kg ha⁻¹), no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas as características: teor de nitrogênio nas folhas, altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro e comprimento de espiga, peso da espiga com e sem palha, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade. A adubação verde com *Crotalaria Ochroleuca*, produziu 20,12% a mais em relação à vegetação espontânea. A aplicação de nitrogênio foi superior a não aplicação para as características vegetativas, produtivas e teor de N nas folhas a exceção da massa de 100 grãos. Não ocorreram diferenças entre os adubos verdes e vegetação espontânea para as características avaliadas.

Palavras-chave: *Zea mays* L., plantas de cobertura, nitrogênio

Introdução

O milho é insumo para produção de uma centena de produtos, sendo que na cadeia produtiva de suínos e aves são consumidos aproximadamente 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil. Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, China e Brasil, que, em 2005, produziram: 280,2; 131,1; e 35,9 milhões de toneladas, respectivamente.

Para a obtenção de alta produtividade, devido ao alto custo com adubação, diversos produtores rurais utilizam técnicas que proporcionam a manutenção ou a melhoria do potencial produtivo dos sistemas agrícolas. Destaca-se entre estas técnicas, de forma que haja um menor impacto ambiental e de maneira sustentável, a utilização de adubação verde no período que antecede a cultura.

Segundo Wutke et al. (2009), o adubo verde pode ser definido como a planta cultivada, ou não, de preferência uma leguminosa (devido à capacidade de fixação biológica

de nitrogênio) com a finalidade de elevar a capacidade produtiva do solo com sua massa vegetal, produzida no local ou importada de outras áreas.

Dias & Sousa (2004) observaram que a introdução das leguminosas como adubo verde, causa uma melhora no balanço de nitrogênio, sendo particularmente importante em solos tropicais, pobres neste nutriente, constituindo-se em fator limitante a produção de cereais mais exigentes em nitrogênio. Portanto, a utilização dessa prática pode resultar numa economia significativa de fertilizantes nitrogenados. O aumento no estoque de nitrogênio ocorre devido à simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, fazendo com que na palhada das leguminosas normalmente encontre-se maiores teores de nitrogênio quanto comparado à de outras espécies.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi verificar o desempenho da cultura do milho sob plantio convencional, com diferentes doses de N em cobertura, em sucessão a adubos verdes de verão: *Crotalaria Ochroleuca*, *Crotalaria Spectabilis*, Feijão de Porco, Feijão Guandu e vegetação espontânea em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, na região Norte de Mato Grosso.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alta Floresta – MT, cujas coordenadas geográficas são 09 51' 42" S e 56 04' 07" W, estando a uma altitude de 283 metros. O clima da região é tropical chuvoso (tipo Awi – segundo Köppen), com estação climática bem definida, tendo estiagem rigorosa e período chuvoso intenso, temperatura em torno de 18 a 40 °C, apresentado média em torno de 26 °C. A precipitação pode atingir média extremamente alta, ultrapassando às vezes os 2.800 mm anuais.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas cinco adubo verde/cobertura de solo, *Crotalaria Spectabilis* (*Crotalaria spectabilis*), *Crotalaria Ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*) Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis* DC), Feijão Guandu (*Cajanus cajan*s) e vegetação espontânea e nas sub parcelas a aplicação de três doses de N (0, 80 e 160 kg ha⁻¹), no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando quinze tratamentos e sessenta parcelas.

Análises químicas do solo, realizadas antes da instalação do experimento revelaram os seguintes resultados na camada de 0-0,20 m: matéria orgânica = 8,28 g kg⁻¹; pH em H₂O = 5,74; P-mehlich1 = 1,54 mg dm⁻³; K = 116,79 mg dm⁻³; Ca = 1,33 cmolc dm⁻³; Mg = 0,88 cmolc dm⁻³; H + Al = 4,67 C=cmolc dm⁻³; CTC = 7,2 cmolc dm⁻³ e saturação por bases (V%) = 34,96 %.

O experimento foi implantado e conduzido no ano agrícola de 2011/12. A área experimental encontrava-se manejada sob sistema de cultivo convencional, tendo sido cultivado pastagem na safra anterior. A semeadura dos adubos verdes foi realizada nos dias 15 e 16 de outubro de 2011 e manejadas com 75 dias após a semeadura. Após esse período, as plantas de cobertura foram cortadas e incorporadas com auxílio de grade de disco na profundidade de 0 a 0,20 m, em seguida, realizou-se a semeadura do milho sob plantio convencional, a qual se procedeu no dia 12 de janeiro de 2012.

A semeadura dos adubos verdes foi realizada em linha de forma manual, com auxílio de matraca. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre linhas para todos os adubos verdes e espaçamento entre planta de 0,05 m para *Crotalaria Spectabilis* e *Crotalaria Ochroleuca*, e utilizou-se a densidade de vinte plantas por metro linear; para o Feijão de Porco e Feijão Guandu o espaçamento entre plantas foi de 0,125 m, com oito plantas por metro linear. As parcelas tiveram a dimensão de 7,0 x 5,0 m, sendo dez linhas de sete metros em cada parcela.

Na semeadura do milho foi utilizada variedade CATIVERDE 02, desenvolvida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Estado de São Paulo, considerado como milho de safra/safrinha. O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre linhas e 0,30 m entre plantas e o plantio foi realizado transversalmente ao sentido das linhas dos adubos verdes. Sendo quatorze linhas de cinco metros em cada parcela (7 linhas em cada sub parcela). Como área útil, foram consideradas duas linhas centrais, desprezando-se 1 metro em ambas as extremidades. Foram utilizadas sementes visando obter uma população final de 65.000 plantas ha⁻¹.

A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ do formulado comercial 05-30-10, aplicado no sulco de semeadura, de acordo com os resultados da análise de solo e seguindo a recomendações de Alves et al. (1999). Nas subparcelas, avaliou-se a ausência (0 kg ha⁻¹ de N), meia dose de nitrogênio (80 kg ha⁻¹ de N) e dose total (160 kg ha⁻¹ de N), aplicado em cobertura na cultura do milho em duas parcelas, uma no estágio vegetativo V5 e a outra no V8, utilizando como fonte de N o sulfato de amônia (21% N).

O controle de plantas daninhas foi realizado por capina manual. Para o controle de pragas no início do experimento foi utilizado o inseticida Cipermitrina na dose de 200cc ha⁻¹ de produto comercial (colocar a concentração de ingrediente ativo).

Foram avaliadas as seguintes variáveis na cultura do milho: altura de planta (cm) no pleno florescimento, altura de inserção de espiga (cm), teores de N na folha, comprimento

da espiga (cm), diâmetro da espiga (cm), numero de grãos por espiga, massa da espiga com palha e despalhada (g), massa de 100 grãos e produtividade (kg/ha^{-1}).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

As doses de nitrogênio influenciaram na altura de planta e altura de espiga (Tabela 1), onde se observa nas aplicações de 160 ou 80 kg ha^{-1} valores médios semelhantes. Nos adubos verdes e na interação dose de N x adubo verde, não foi observada diferença significativa. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho, et al (2004), que não encontraram diferença significativa de altura de planta e espiga entre os adubos verdes estudados para o sistema de plantio convencional, no entanto, no sistema de manejo com plantio direto, houve influência nos valores de altura de planta e altura de espiga, favorecendo um maior desenvolvimento vegetativo.

Quanto à faixa de teores adequados, observa-se (Tabela 1) que os teores de N estão na faixa adequada de 27 a 35 g kg^{-1} , indicada por Malavolta et al. (1997). Os adubos verdes não influenciaram significativamente. No entanto, na aplicação da maior dose (160 kg ha^{-1}) de nitrogênio, obteve-se maior valor de N e a não aplicação o menor teor de N, ficando a baixo da faixa adequada.

Heinrichs et al. (2002), observaram diferença nos teores de N somente no segundo ano de cultivo do milho, quando os tratamentos com adubo verde diferiram da testemunha. Quanto as doses de nitrogênio Nunes et al. (2011), afirmam que com o aumento da dose de N aplicada até 145 kg ha^{-1} , há aumento no teor de N foliar do milho.

Em relação aos valores médios de diâmetro de espiga, comprimento de espiga (Tabela 1) e peso de espiga com e sem palha (Tabela 2), não foi verificado diferença significativa para os adubos verdes e a interação significativa entre os fatores. No entanto a adubação nitrogenada apresentou diferença significativa, onde a não aplicação de nitrogênio em cobertura diferiu da aplicação.

Para os valores de peso de 100 sementes (Tabela 2), não houve diferença significativa para a adubação nitrogenada, adubação verde e interação significativa entre os fatores.

Para os valores médios de numero de grão por espiga, e produtividade (Tabela 2), houve diferença significativa entre as doses de nitrogênio aplicadas, sendo que, a aplicação de 80 kg ha^{-1} não diferiu da aplicação de 160 kg ha^{-1} . Na adubação verde e na interação entre os fatores, não foi encontrada diferença significativa para número de grãos por espiga.

Para produtividade, foi observada diferença significativa pelo teste F, entre os adubos verdes, no entanto, o teste de Tukey não conseguiu identificar qual foi a diferença, isto ocorreu devido ao valor de probabilidade de F se encontrar-se próximo de 5% e a menor sensibilidade do teste de Tukey.

Para a produtividade, mesmo não havendo diferença significativa pelo teste de Tukey, na adubação verde com *Crotalaria Ochroleuca*, obteve-se a maior produção de grãos, com valores médios de 7.504 kg ha¹, incremento de 20,12 % em relação à vegetação espontânea.

Santos et al. (2010), analisando o efeitos de plantas de cobertura e adubos verdes no sistema de plantio direto, na mesma região, encontrou valores significativos para diâmetro de espiga, comprimento de espiga, peso da espiga despalhada e produtividade, em função da adubação verde e adubação nitrogenada com 120 kg/ha⁻¹.

A não significância nos resultados pode estar condicionada a diversos fatores, visto que a prática de adubação verde é um processo de reciclagem de nutriente do solo, havendo uma interação direta como o ambiente, fisiologia dos adubos verdes, manejo das plantas de cobertura / adubo verde e micro biologia do solo.

Segundo Dias & Sousa (2004), quando se adiciona a biomassa da parte aérea das leguminosas ao solo, está se adicionando os nutrientes de forma lenta e contínua que foram reciclados do sistema solo-planta, tornado possível garantir a manutenção e/ou recuperação de sua fertilidade.

Conclusões

A aplicação de nitrogênio foi superior a não aplicação para as características vegetativas, produtivas e teor de N nas folhas a exceção da massa de 100 grãos.

Não ocorreram diferenças entre os adubos verdes e vegetação espontânea para as características avaliadas.

Literatura Citada

ALVES, V. M. C. VASCONCELOS, C A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.314-316

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.39, p.47-53, 2004.

DIAS, P. F.; SOUSA, S. M. Produção de fitomassa e nitrogênio de adubo verde no município de Paty do Alferes-RJ. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Documentos, 178. 2004, 16 p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v.6, p.36-41, 2008.

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.26, p.225-230, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, G. A. avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2ed. Piracicaba, 1997 319p.

NUNES, A. da S.; SOUZA, L. C. F. de; MERCANTE, F. M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. Bragantia, v.70, n.2, p.432-438, 2011.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. da; CARVALHO, M. A. C. de; CAIONE, G. adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. v.9, p.123-134, 2010.

WUTKE E.B.; TRANI P.E.; AMBROSIANO E.J; DRUGOWICH MI. Adubação verde no estado de São Paulo. Campinas: CATI. 89p. (Boletim Técnico 249)

Tabela 1. Valores de F diferença mínima significativa (DMS), coeficiente de variação (CV) e valores médios de altura de planta, altura de inserção da espiga, teor de nitrogênio, diâmetro e comprimento de espiga de plantas de milho em função de adubação verde e doses de nitrogênio. Alta floresta – MT.¹

	Altura Planta -----cm	Altura Espiga -----cm	Teor N (g/kg)	DE -----cm	CE
DOSES DE N (kg/ha¹)					
0	153,66 b	59,76 b	23,31 c	3,56 b	7,82 b
80	175,43 a	76,33 a	30,45 b	4,01 a	10,18 a
160	180,32 a	76,82 a	34,13 a	4,13 a	10,79 a
Valor de F	31,782**	21,461**	88,809**	44,775**	49,714**
DMS (tukey 5%)	8,65	7,20	2,01	0,16	0,76
ADUBO VERDE					
Crotalária Spectabilis	170,58	69,47	29,73	3,94	9,76
Vegetação Espontânea	163,91	64,98	29,56	3,81	9,41
Feijão Guandu	171,63	72,90	29,55	3,92	9,53
Crotalária Ochroleuca	172,05	73,22	28,78	3,97	9,96
Feijão de Porco	170,85	74,27	28,86	3,86	9,33
Valor de F	1,061 ^{ns}	1,976 ^{ns}	0,347 ^{ns}	1,173 ^{ns}	0,819 ^{ns}
DMS (tukey 5%)	13,1	10,91	3,04	0,23	1,16
Doses X adubo verde					
Valor de F	0,583 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,494 ^{ns}	0,911 ^{ns}	1,124 ^{ns}
CV (%)	6,63	13,21	8,91	5,18	10,35

¹Médias 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 pelo teste F.

Tabela 2. Valores de F diferença mínima significativa (DMS), coeficiente de variação (CV) e valores médios de peso de espiga com palha e sem palha, diâmetro (DE) e comprimento de espiga (CE) número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 sementes e produtividade de milho em função de adubação verde e doses de nitrogênio. Alta floresta – MT.¹

	PEP -----g	PED -----g	NGE	P100S (g)	PROD kg/ha ¹
Doses De N					
0 kg/ha ¹	62,48 b	54,76 b	206,87 b	25,26	4727 b
80 kg/ha ¹	96,73 a	85,70 a	296,88 a	26,02	7515 a
160 kg/ha ¹	98,72 a	95,54 a	319,02 a	26,04	8132 a
Valor de F	45,668**	41,132**	39,809**	0,668 ^{ns}	38,596**
DMS (tukey 5%)	12,21	11,40	32,36	1,86	1004
Adubo Verde					
Crotalária Spectabilis	94,97	83,32	291,53	26,50	7295
Vegetação Espontânea	81,05	70,75	251,10	24,57	5994
Feijão Guandu	87,84	78,21	269,71	26,59	6631
Crotalária Ochroleuca	96,92	85,83	296,40	26,67	7504
Feijão de Porco	85,78	75,23	262,55	24,55	6533
Valor de F	2,056 ^{ns}	2,011 ^{ns}	2,509 ^{ns}	2,514 ^{ns}	2,620 ^{ns}
DMS (tukey 5%)	18,48	17,27	49,00	2,82	1520
Doses X adubo verde					
Valor de F	0,978 ^{ns}	0,905 ^{ns}	0,684 ^{ns}	0,998 ^{ns}	0,813 ^{ns}
CV (%)	17,78	18,86	15,35	9,40	19,23

¹Médias 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 pelo teste F.