

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO MINERAL NITROGENADA EM
COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

ANÍSIO DA SILVA NUNES

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009

**ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO MINERAL NITROGENADA EM
COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

ANÍSIO DA SILVA NUNES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre

Dourados
Mato Grosso do Sul
2009

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

631.874 Nunes, Anísio da Silva.
N972a Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em
cobertura na cultura do trigo em sistema plantio direto. /
Anísio da Silva Nunes. – Dourados, MS : UFGD, 2009.
40f.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Adubação verde. 2. Adubos e fertilizantes. 3.
Trigo - Cultura. 4. Plantio direto I. Título.

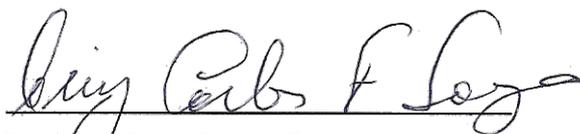
**ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO MINERAL NITROGENADA EM
COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

por

Anísio da Silva Nunes

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA.

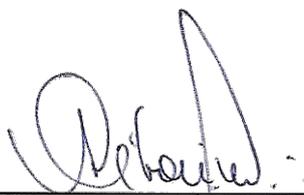
Aprovada em: 20 / 02 / 2009



Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Orientador - FCA - UFGD



Dr. Fábio Martins Mercante
Membro Titular - CPAO - Embrapa



Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino
Membro Titular - FCA - UFGD

Aos meus pais, Gabriel e Ruth e a minha irmã Teresa, pelo apoio dado direta e indiretamente em todas as dificuldades transcorridas nesta longa caminhada,

Dedico.

A todos aqueles que se dedicam à busca pelo conhecimento,

Ofereço.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

AGRADECIMENTOS

Para que a presente dissertação de Mestrado pudesse evoluir e ser concluída foi indispensável a participação de instituições e de pessoas, às quais desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, exemplo de dedicação e ética, pela confiança, paciência, disposição, amizade e orientação durante todo o curso de Mestrado.

Aos alunos do curso de graduação em Agronomia: Amanda Fortes Pereira, Douglas Roman, João Batista Nascimento Ferraz de Araujo, Katiuca Sueko Tanaka, Leandro Henrique de Sousa Mota, Leonardo Darbello Torres e Priscila Akemi Makino, pela ajuda nos árduos trabalhos de campo.

A todos os funcionários da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, e em especial a Jesus Felizardo de Souza, Milton Bernardo de Lima, Samuel Neves Neto, Nilda Tiyoko Kobayashi Hoffman, Maria Lúcia Teles e Elda Barrios de Azambuja Silva, sempre tão solícitos.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect) pela concessão da bolsa de estudos durante o período de realização do presente trabalho e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD, pela oportunidade de realização do curso.

Aos professores Antonio Carlos Tadeu Vitorino e Marlene Estevão Marchetti e ao pesquisador Fábio Martins Mercante, pelas valiosas contribuições na apresentação final deste trabalho.

À Eliana Ayumi Ono, por sua dedicação, paciência, incentivo, companheirismo e por ceder parte do nosso tempo juntos para que eu pudesse me dedicar a esta pesquisa.

BIOGRAFIA

Anísio da Silva Nunes (NUNES, A.S.), filho de Antonio Gabriel Nunes e Ruth Aparecida da Silva Nunes, é natural de Batatais - SP, onde cursou o ensino fundamental e médio em escolas públicas. Ingressou em 2002 no curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) - Campus de Jaboticabal, onde participou de pesquisas como bolsista de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq), vindo a apresentar trabalhos em eventos científicos de expressão regional e nacional; participou também da Consultoria Agropecuária Júnior (CAP Jr) - empresa júnior da Unesp Jaboticabal que presta serviços na elaboração de projetos técnicos e na organização de eventos, onde chegou ao cargo de Diretor Presidente. Concluiu o curso superior em 2006, com a monografia “Coberturas vegetais e herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direto”, graduando-se Engenheiro Agrônomo. No ano seguinte matriculou-se no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD - onde foi bolsista da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect) e atuou como representante discente no Conselho de Pós-Graduação.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	i
INTRODUÇÃO GERAL	ii
CAPÍTULO I - ADUBOS VERDES E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO SOB PLANTIO DIRETO	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4. CONCLUSÕES	17
5. REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO II - ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO MINERAL NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO SOB PLANTIO DIRETO	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4. CONCLUSÕES	38
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO MINERAL NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

RESUMO. Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito de diferentes adubos verdes, associados às doses de nitrogênio mineral em cobertura, no desempenho agrônômico da cultura do trigo em sistema plantio direto. Os experimentos foram realizados em Dourados-MS, Brasil, em áreas e anos distintos, e em delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições. Na primeira safra, as parcelas experimentais foram constituídas pelos adubos verdes ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Hoth) e crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e um tratamento em pousio como testemunha; nas subparcelas foram testadas seis doses de nitrogênio mineral em adubação de cobertura (zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹). Na segunda safra, as parcelas foram constituídas pelos adubos verdes ervilhaca peluda (*V. villosa* Hoth), crotalária (*C. juncea* L.), mucuna anã (*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr.) e labe labe (*Dolichus lablab* L.) e um tratamento em pousio para comparação; nas subparcelas foram testadas quatro doses de nitrogênio mineral em cobertura (zero, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹). Utilizou-se a ureia como fonte de nitrogênio mineral. Foram realizadas avaliações de massa seca da parte aérea das coberturas vegetais, teores de nutrientes nos tecidos da parte aérea dos adubos verdes, teores de nutrientes nas folhas de trigo, altura de plantas, número de perfilhos produtivos por planta, tamanho de espiga, número de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade. Concluiu-se que o cultivo de adubos verdes antecedendo a semeadura do trigo promove acréscimos significativos na produtividade da cultura e que a resposta do trigo à aplicação de nitrogênio mineral difere em função da cultura antecessora.

Palavras-chave: crotalária, ervilhaca peluda, labe labe, mucuna anã, nitrogênio

GREEN MANURES AND MINERAL NITROGEN TOP DRESSING FERTILIZATION OF WHEAT CROP UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT. The objective of this work was evaluate the effect of different green manures, associated with levels of mineral nitrogen top dressing in the agronomic performance of wheat crop under no-tillage. The experiments were performed in Dourados-MS, Brazil, in different areas and years, and in randomized blocks experimental design, with treatments arranged in a split-plot scheme with four repetitions. In the first crop season, the plots were constituted by hairy vetch (*Vicia villosa* Hoth) and sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) and a fallow treatment as control; in the split-plot were tested six levels of mineral nitrogen top dressing fertilization (zero, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹). In the second crop season, the plots were constituted by hairy vetch (*Vicia villosa* Hoth), sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.), velvet bean (*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr.), hyacinth bean (*Dolichus lablab* L.) and a fallow treatment for comparison; in the split-plot were tested four levels of mineral nitrogen top dressing (zero, 45, 90, and 135 kg ha⁻¹). The source of mineral nitrogen used was urea. Evaluations of cover crops shoot dry mass, nutrient contents in green manures shoot, nutrient contents in wheat leaves, plant height, number of productive tillers per plant, length of spike, number of grains per spike, one thousand-grains weight, hectolitic weight and yield were performed. It was concluded that the growth of green manures before seeding wheat promotes significant increases in yield of the

crop and that the wheat response to the application of mineral nitrogen differs depending on the predecessor culture.

Keywords: sunn hemp, hairy vetch, hyacinth bean, velvet bean, nitrogen

INTRODUÇÃO GERAL

O trigo é um dos cereais mais consumidos em todo o mundo e a história do seu cultivo se confunde com a história da própria humanidade. É utilizado como matéria prima para diversos produtos alimentícios tais como farinhas, pães, massas, tortas, pizzas, biscoitos, sopas, molhos e temperos. Embora exista grande demanda no mercado interno brasileiro, a produção nacional de trigo ainda é menor que o seu consumo, tornando o Brasil um dos maiores importadores deste cereal. Esta disparidade entre produção e demanda no mercado interno se deve, entre outros fatores, a políticas agrícolas equivocadas, falta de união do setor produtivo, riscos climáticos, competição com outras culturas agrícolas mais rentáveis para o cultivo de inverno, custos de produção elevados e baixa rentabilidade.

Desta forma, o estudo de técnicas agrícolas pode tornar o cultivo de trigo mais atrativo aos agricultores, proporcionando aumentos de produtividade e, ao mesmo tempo, reduções nos custos de produção da cultura. Dentre estas técnicas, merecem destaque o sistema de cultivo do solo conhecido como “plantio direto”, a rotação de culturas e a adubação verde. A adubação verde é uma prática agrícola conhecida desde antes da era Cristã por gregos, romanos e chineses e seus benefícios são amplamente conhecidos e divulgados. Entretanto, essa prática ainda é pouco utilizada pelos agricultores brasileiros, sobretudo na cultura no trigo, por uma série de razões que vão desde motivos de cunho comercial, como o intenso trabalho de marketing das empresas de fertilizantes minerais, até dificuldades técnicas, como o intervalo restrito de tempo para o cultivo do adubo verde entre a colheita da safra de verão e a semeadura do trigo.

Diversas leguminosas têm sido utilizadas como adubos verdes na região do Cerrado, entre elas o guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), as crotalárias (*Crotolaria juncea* L., *Crotolaria ochroleuca* G. Don, *Crotolaria paulina* Schrank e *Crotolaria spectabilis* Roth), as mucunas (*Mucuna cinereum* L., *Mucuna deeringanum* (Bort.) Merr., *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr.), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L) DC), o feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis* Mart.) e as ervilhacas (*Vicia sativa* L., *Vicia villosa* Hoth, *Vicia benghalensis* L.). Todavia, a

grande maioria dos trabalhos com adubos verdes tem sido realizada principalmente em rotação com a cultura do milho, que possui necessidades e demandas muito distintas das exigidas pelo trigo.

Um dos aspectos de importância da adubação verde nos sistemas de cultivo é o aporte de matéria orgânica ao solo, que promove efeito direto sobre os atributos físicos, químicos e biológicos dos solos, sendo considerada peça fundamental para a manutenção da capacidade de uso dos solos, em qualquer cultura; porém, é difícil manter um nível satisfatório de matéria orgânica na maioria dos solos agrícolas. Assim, os métodos de acréscimo e de manutenção de matéria orgânica devem ser considerados com antecipação em todos os programas de manejo dos solos cultivados. No sistema plantio direto, o acúmulo de resíduos vegetais provenientes da rotação de culturas torna ainda mais complexo o estudo do efeito da adição de material orgânico de um cultivo na safra imediatamente seguinte.

A adubação verde com leguminosas, além da contribuição com o aumento e manutenção da matéria orgânica do solo, vem se tornando uma importante fonte alternativa de nitrogênio para as plantas, devido à fixação biológica do nitrogênio atmosférico e à possibilidade de liberação deste nutriente em sincronia com a necessidade da cultura. O uso conjunto de técnicas de adubação verde e adubação mineral nitrogenada pode viabilizar reduções nas quantidades de fertilizantes minerais a serem aplicadas, fato que pode promover redução significativa dos custos de produção para os tricultores, além de atender à preocupação da sociedade pelo uso de práticas agrícolas adaptadas a sistemas mais sustentáveis de produção e que visem a preservação dos recursos naturais.

O nitrogênio aplicado ao solo, tanto sob a forma de adubos verdes quanto de fertilizantes minerais, segue diferentes caminhos, podendo ser absorvido pelas plantas, perdido por lixiviação, volatilização, erosão e desnitrificação ou ainda permanecer no solo, predominantemente na forma orgânica. O conhecimento das interações entre adubos verdes e fertilizantes minerais nitrogenados é imprescindível ao desenvolvimento de estratégias de manejo que aumentem o seu aproveitamento pelas culturas.

Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes adubos verdes, associados a doses de nitrogênio mineral em adubação de cobertura, no desempenho agrônomo da cultura do trigo em sistema plantio direto.

CAPÍTULO I - ADUBOS VERDES E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO SOB PLANTIO DIRETO

RESUMO. A utilização de adubos verdes na cultura do trigo ainda é pouco estudada, embora possa trazer benefícios do ponto de vista econômico e da preservação dos recursos naturais. Este estudo foi realizado em Dourados-MS, Brasil, com o objetivo de avaliar o efeito dos adubos verdes crotalária (*Crotalaria juncea*) e ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), associados a doses de nitrogênio mineral em cobertura, no desempenho agrônomico do trigo em sistema plantio direto. Os tratamentos foram constituídos pelos adubos verdes, um tratamento-testemunha e seis doses de nitrogênio mineral em adubação de cobertura: zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹, utilizando-se a ureia como fonte de nitrogênio. Foram realizadas avaliações de massa seca das coberturas vegetais, teores de nutrientes na parte aérea dos adubos verdes e nas folhas de trigo, altura de plantas, número de perfilhos produtivos, tamanho de espiga, número de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade. Concluiu-se que o cultivo de adubos verdes antecedendo a semeadura do trigo promove acréscimos significativos na produtividade da cultura, que maiores produtividades de trigo são obtidas em sucessão à crotalária e que a resposta do trigo à aplicação de nitrogênio mineral difere em função da cultura antecessora.

Palavras chaves: adubação, crotalária, ervilhaca peluda, leguminosas

GREEN MANURES AND LEVELS OF MINERAL NITROGEN TOP DRESSING OF WHEAT CROP UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT. The green manures utilization in wheat crop is little studied yet, although can bring benefits economics and natural resources conservation. This study was performed in Dourados-MS, Brazil, with the objective of evaluate the effect of sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and hairy vetch (*Vicia villosa*), associated with levels of mineral nitrogen top dressing in the agronomic performace of wheat crop under no-tillage. The treatments were constituted by green manures, a treatment-control and six levels of mineral nitrogen top dressing fertilization: zero, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹, using urea as the nitrogen source. Evaluations of cover crops shoot dry mass, nutrient contents in green manures shoot and in wheat leaves, plant height, number of productive tillers per plant, length of spike, number of grains per spike, one thousand-grains weight, hectolitrlic weight and yield were performed. It was concluded that the growth of green manures before seeding wheat promotes significant increases in yield of the crop, that the highest wheat yields are obtained when the crop was sown in succession to sunn hemp and that the wheat response to the application of mineral nitrogen differs depending on the predecessor culture.

Keywords: fertilization, sunn hemp, hairy vetch, legumes

1. INTRODUÇÃO

No Brasil se consomem anualmente cerca de 11 milhões de toneladas de trigo enquanto apenas seis milhões são produzidas, havendo, portanto, um déficit de mais de cinco milhões de toneladas (CONAB, 2008). A falta de incentivo à produção, a pequena área cultivada e a baixa rentabilidade são os principais fatores que contribuem para esse déficit anual na produção brasileira de trigo (SANGOI et al., 2007). O Estado de Mato Grosso do Sul cultivou na safra 2007/2008 uma área de trigo de 31,7 mil hectares, com uma produção de 40 mil toneladas e uma produtividade média de 1.261 kg ha^{-1} , cerca de 600 kg abaixo da produtividade média nacional (CONAB, 2008). Faz-se necessário, portanto, o estabelecimento de práticas de manejo que contribuam para aumentar a produtividade e a rentabilidade das lavouras de trigo no estado.

Os custos de produção da cultura do trigo aumentaram expressivamente nos últimos anos, enquanto os preços pagos ao produtor não se elevaram na mesma proporção. Como consequência, os agricultores que desejam produzir trigo precisam trabalhar com maior eficiência, procurando reduzir seus custos de produção com o intuito de aumentar a lucratividade de seu investimento. Segundo dados divulgados pela Ocepar (2008), a participação dos fertilizantes nos custos de produção do trigo subiu de 16% para 26% na região de Toledo - PR e de 19% para 27% na região de Londrina - PR no período de 2002 a 2008, afetando sensivelmente as margens de lucro dos produtores rurais.

Dentre as práticas de manejo disponíveis para a cultura do trigo, destaca-se a adubação verde, por ocasionar melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo a baixo custo. Seus múltiplos efeitos têm sido constatados na proteção do solo, na elevação dos teores de matéria orgânica, no aumento da capacidade de troca catiônica e da reciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície (AMABILE et al., 2000). Muitos autores têm confirmado o aporte de nitrogênio proveniente da fixação biológica por bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* ao solo, com o cultivo de leguminosas antecedendo as culturas econômicas (AMADO et al., 2000; AITA et al., 2001; SILVA et al., 2008).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura do trigo. É absorvido pelas plantas na forma inorgânica e desempenha suas funções nos vegetais na forma orgânica. Faz parte de aminoácidos livres que dão origem a outros aminoácidos e às proteínas e, por consequência, às enzimas e coenzimas. Também originam as bases

nitrogenadas que, por polimerização com outros compostos, formarão o DNA, RNA, ATP (MALAVOLTA, 2006).

Uma parte significativa do nitrogênio aplicado como fertilizante é perdido por lixiviação, desnitrificação e volatilização (BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2001). O grande desafio no manejo deste nutriente, portanto, é aumentar a quantidade absorvida pelas plantas e diminuir, ao mesmo tempo, as perdas ocorridas. Em estudos sobre o balanço do nitrogênio na cultura do trigo, com uso da técnica isotópica, observou-se que de 90 kg de uréia aplicados, 57 kg ficaram acumulados nos grãos (65%), sendo exportados com a colheita; 15 kg ficaram no solo; 15 kg permaneceram na palha do trigo, podendo permanecer no sistema, caso a palha permaneça no campo; 1 kg foi encontrado nas raízes e 1 kg foi lixiviado abaixo de 50 cm de profundidade (BOLOGNA et al., 2006).

O uso conjunto de adubos verdes e de fertilizantes minerais como fonte de nitrogênio para as culturas é uma prática de manejo promissora, com o propósito de racionalizar o uso das fontes minerais, sem prescindir de produtividades elevadas. O manejo da matéria orgânica pela rotação de culturas, adubação verde e consorciação de culturas pode melhorar o aproveitamento de adubos químicos.

Materiais orgânicos são fontes importantes de nitrogênio na produção agrícola, tanto em pequenas propriedades (HOOD, 2001) quanto na agricultura empresarial em grande escala, e a integração de fertilizantes minerais e orgânicos pode ser uma estratégia para incrementar a produtividade das culturas. Arf et al. (1999) destacaram que o uso combinado de fertilizantes minerais e de adubos verdes constitui uma importante prática de manejo, por meio da qual se procura preservar os agroecossistemas, além de aumentar a produtividade agrícola. Araújo et al. (2005) avaliaram o efeito de adubos verdes e doses de uréia na recuperação de ^{15}N -ureia aplicado na cultura do trigo e obtiveram maiores recuperações do ^{15}N -ureia pela cultura no manejo conjunto de uréia e crotalária, devido à maior disponibilidade de nitrogênio no solo, que proporcionou o estreitamento da relação C/N do adubo verde, favorecendo a mineralização do nitrogênio.

Nesse sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito dos adubos verdes crotalária e ervilhaca peluda, associadas a doses de nitrogênio em adubação de cobertura, no desempenho agrônômico da cultura do trigo em sistema plantio direto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados - MS, Brasil, situado a 22° 13' 16" de latitude Sul, 54° 17' 01" de longitude Oeste e altitude de 430 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico, originalmente sob vegetação de Cerrado (EMBRAPA, 1999). Os resultados da análise química do solo, realizada antes da semeadura dos adubos verdes, em cinco profundidades, são apresentados no Quadro 1. Os dados de pluviosidade e de temperaturas máximas e mínimas registrados durante o período do experimento podem ser observados na Figura 1.

QUADRO 1. Valores médios⁽¹⁾ da análise química do solo realizada antes da semeadura dos adubos verdes na área experimental. Dourados - MS, 2007

Profundidades (cm)	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K -----mmol _c dm ⁻³ -----	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V %
0 - 2,5	32,8	5,2	18	8,8	0,0	43,0	21,0	36,0	72,8	108,8	66
2,5 - 5,0	27,4	5,0	18	5,1	0,6	43,0	16,0	47,0	64,1	111,1	57
5,0 - 10,0	25,2	4,9	13	4,9	0,6	42,0	11,0	47,0	57,9	104,9	55
10,0 - 20,0	24,6	5,0	7	4,4	0,6	39,0	10,0	40,0	53,4	93,4	57
20,0 - 40,0	17,8	5,2	2	1,6	0,0	29,0	7,0	36,0	37,6	73,6	51

⁽¹⁾ Determinações segundo Claessen (1997).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em um esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas, de dimensões 35 m x 9 m, foram constituídas pelos adubos verdes: ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Hoth), crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) e um tratamento-testemunha, sem o cultivo de adubos verdes. Nas subparcelas, de dimensões 8 m x 1,5 m, foram testadas seis doses de nitrogênio mineral em adubação de cobertura (zero, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio).

Os adubos verdes foram semeados mecanicamente em sucessão à cultura do milho, na primeira quinzena de fevereiro e manejados 75 dias após sua semeadura, por meio de um triturador modelo Triton[®]. Antes do manejo dos adubos verdes, determinou-se a produção de massa seca dos mesmos e da vegetação espontânea presente nas parcelas em pousio, bem como os teores de nutrientes na parte área dos adubos verdes, por meio da amostragem com um quadro de 0,25 m² lançado

aleatoriamente nas parcelas, com oito amostras por parcela. As plantas foram cortadas rente ao solo, lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante. Após a secagem, o material amostrado foi moído e levado ao laboratório para determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

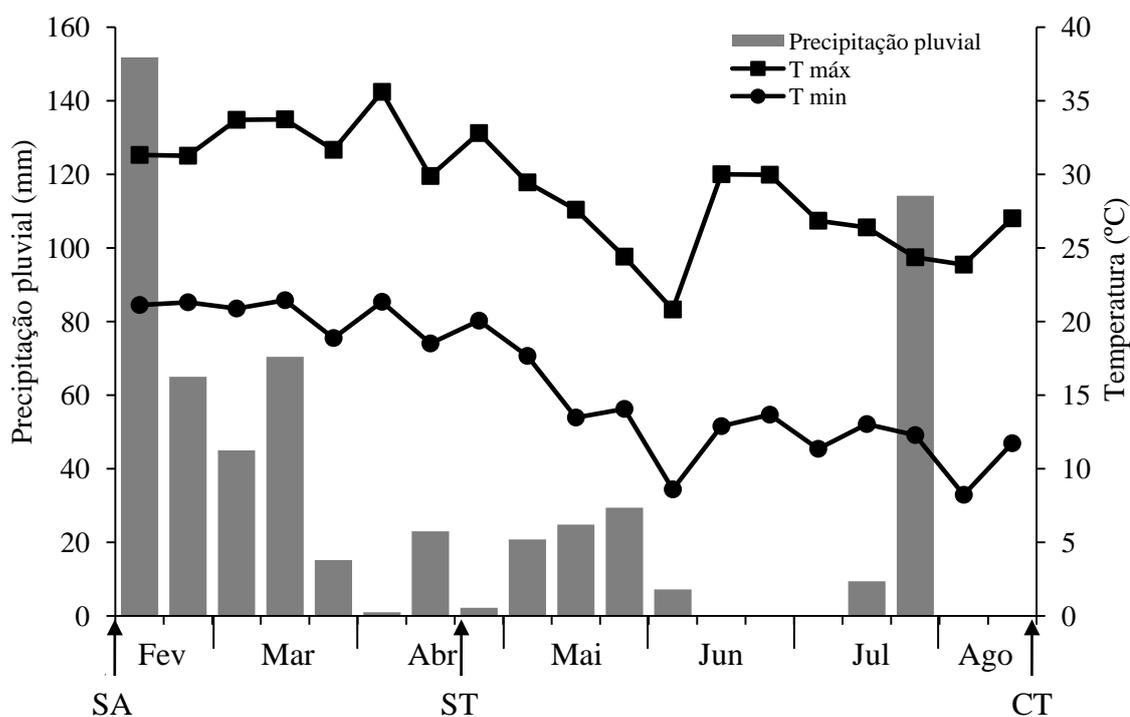


FIGURA 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de fevereiro a agosto de 2007. (SA) = semeadura dos adubos verdes; (ST) = semeadura do trigo; (CT) = colheita do trigo. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados - MS, 2007.

Antes da semeadura do trigo, foi aplicado o herbicida glyphosate, na dosagem de 2,4 L ha⁻¹ em toda área experimental para o controle das plantas daninhas remanescentes. O trigo foi semeado mecanicamente, na segunda quinzena de abril, com adubação de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. A cultivar utilizada foi a IPR 85, com 60 sementes por metro linear e espaçamento entrelinhas de 0,17 m. A adubação nitrogenada de cobertura ocorreu aos 30 dias após a semeadura do trigo, quando este se encontrava na fase de perfilhamento. A aplicação das diferentes doses foi realizada manualmente, próxima à linha de semeadura e na superfície do solo, tendo a ureia como fonte de nitrogênio (45% de N). A aplicação das doses 120 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio

foram parceladas em duas vezes com o intuito de minimizar as perdas por volatilização, sendo a segunda aplicação realizada uma semana após a primeira.

Durante o período do experimento não houve necessidade de aplicação de herbicidas, fungicidas ou inseticidas no manejo da cultura do trigo. A amostragem de folhas de trigo foi realizada no início do espigamento, sendo coletadas 30 folhas-bandeira por subparcela. Estas folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante e, após a secagem, foram moídas e submetidas à determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Na colheita determinou-se a altura das plantas de trigo, pela medida compreendida entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira, e o número de perfilhos produtivos por planta, com a amostragem de dez plantas por subparcela. No mesmo dia foram coletadas dez espigas por subparcela, para a determinação do tamanho de espigas e o número de grãos por espiga. As plantas presentes nas cinco linhas centrais da área útil da parcela foram cortadas manualmente e, posteriormente, trilhadas. Os grãos, após beneficiamento, tiveram sua umidade corrigida para 13% para as avaliações de massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade. O peso hectolitro foi determinado em balança específica.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e ao teste F, ao nível de 5% de probabilidade. Os adubos verdes foram avaliados pela comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e as doses de nitrogênio em cobertura foram analisadas por meio do ajuste de equações de regressão. Quando o teste F foi significativo para a interação adubo verde x doses de nitrogênio, realizou-se o desdobramento da interação, por meio da análise de regressão das doses de nitrogênio em cada adubo verde. Também foi realizada análise de correlação simples entre as variáveis estudadas. O software estatístico utilizado foi o Assistat, desenvolvido por SILVA e AZEVEDO (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca da parte aérea da crotalária foi superior ao das outras coberturas vegetais, refletindo em maiores valores de nutrientes acumulados, em kg ha⁻¹ (Quadro 2). A baixa produção de massa seca da ervilhaca peluda pode ser atribuída ao

seu crescimento inicial lento e à baixa germinação das sementes, que proporcionou menor população de plantas. Melhores resultados em produção de massa seca pela ervilhaca peluda foram encontrados por Martins e Rosa Júnior (2005) e Silva et al. (2006), que relataram quantidades de massa seca acima de 3.000 kg ha⁻¹, aos 113 e 153 dias após a semeadura, respectivamente. A vegetação espontânea presente nas parcelas do tratamento-testemunha em pousio era composta principalmente por trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), picão preto (*Bidens pilosa* L.) e capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf).

QUADRO 2. Valores médios de massa seca (MS), teores de nitrogênio, fósforo e potássio e quantidades acumuladas destes nutrientes na parte aérea das coberturas vegetais, aos 75 dias após a semeadura. Dourados - MS, 2007

	MS kg ha ⁻¹	Teor de N g kg ⁻¹	N acum. kg ha ⁻¹	Teor de P g kg ⁻¹	P acum. kg ha ⁻¹	Teor de K g kg ⁻¹	K acum. kg ha ⁻¹
Teste F	192,6 **	104,2 **	204,7 **	465,7 **	289,6 **	184,8 **	592,1 **
Crotalária	12.020 a	32,6 a	391,9 a	21,4 b	256,9 a	6,1 a	73,4 a
Ervilhaca	621 b	37,2 a	23,1 b	32,0 a	19,9 b	6,3 a	3,9 b
Pousio	176 b	13,0 b	2,3 c	1,3 c	0,2 c	1,4 b	0,2 c
DMS	1.875,7	5,0	19,7	2,9	19,2	0,8	2,5
CV (%)	21,2	9,1	7,3	8,0	16,8	9,1	4,8

Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de trigo no início do espigamento (Quadro 3) encontravam-se adequados segundo os padrões nutricionais estabelecidos por RAIJ et al. (1997). A análise de variância para o teor de nitrogênio nas folhas de trigo foi significativa ($p \leq 0,01$) para a interação entre adubos verdes e doses de nitrogênio em adubação de cobertura. Na análise de regressão, o modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo que as plantas de trigo cultivadas após a crotalária apresentaram maior teor de nitrogênio nas folhas do que as plantas cultivadas após a ervilhaca peluda ou após a vegetação espontânea, independentemente da dose de nitrogênio em adubação de cobertura (Figura 2). Este resultado pode ser atribuído à maior produção de material orgânico e ao maior aporte de nitrogênio acumulado desta leguminosa (Quadro 02), que resultou em maiores teores do nutriente no solo. Houve

correlação positiva e significativa ($r = 0,80$) entre os teores de nitrogênio e a produtividade (Quadro 4), indicando que plantas bem supridas deste nutriente, desde que não limitadas por outros fatores, serão mais produtivas.

QUADRO 3. Valores de F e valores médios dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de trigo, em função dos adubos verdes. Dourados - MS, 2007

	Teor de nitrogênio g kg ⁻¹	Teor de fósforo g kg ⁻¹	Teor de potássio g kg ⁻¹
F blocos	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}
F adubos verdes	359,5 ^{**}	21,4 ^{**}	208,9 ^{**}
F doses de N	67,8 ^{**}	1,1 ^{ns}	2,3 ^{ns}
F interação	4,8 ^{**}	1,5 ^{ns}	2,7 ^{ns}
Crotalária	-	4,40 a	39,13 a
Ervilhaca	-	4,33 a	27,42 b
Pousio	-	4,06 b	24,60 c
DMS	-	0,17	2,31
CV (%)	4,8	7,9	10,3

** significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

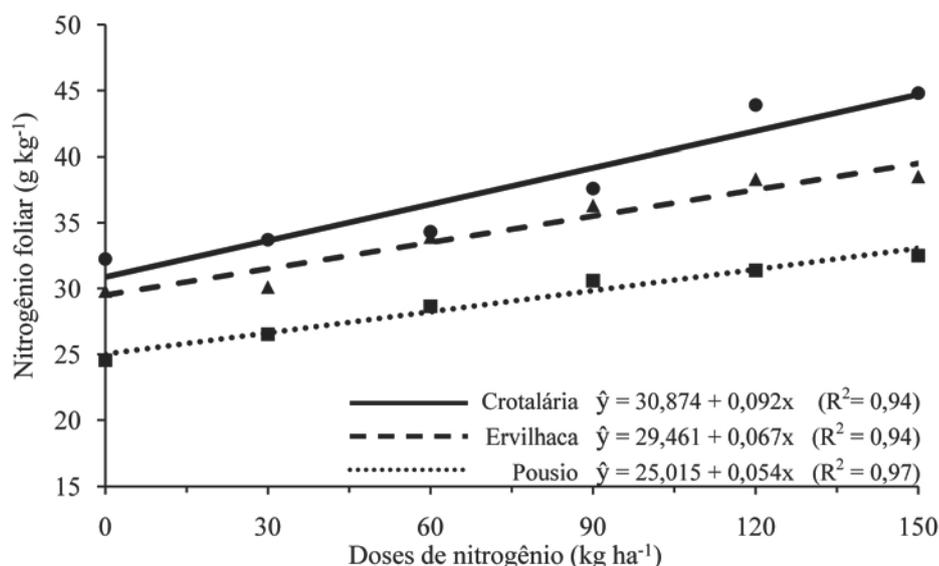


FIGURA 2. Teores de nitrogênio no tecido foliar das plantas de trigo, em função dos adubos verdes e das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007.

QUADRO 4. Coeficientes de correlação simples entre as variáveis: nitrogênio foliar (NF), altura de plantas (AP), número de perfilhos produtivos por planta (PP), tamanho da espiga (TE), número de grãos por espiga (GE), massa de mil grãos (MG), produtividade (PROD) e peso hectolitro (PH). Dourados - MS, 2007

	NF	AP	PP	TE	GE	MG	PROD	PH
NF	1	0,65**	0,72**	0,71**	0,63**	0,13 ^{ns}	0,80**	0,63**
AP		1	0,75**	0,54**	0,62**	0,07 ^{ns}	0,76**	0,81**
PP			1	0,55**	0,66**	0,04 ^{ns}	0,73**	0,68**
TE				1	0,55**	0,22 ^{ns}	0,63**	0,49**
GE					1	0,17 ^{ns}	0,74**	0,63**
MG						1	0,162 ^{ns}	0,13 ^{ns}
PROD							1	0,70**
PH								1

** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Comparando-se a altura das plantas de trigo dentro de cada cobertura vegetal, observa-se que maiores alturas médias de plantas foram determinadas quando o trigo foi cultivado após a crotalária e as menores, quando cultivado após o pousio, enquanto as plantas de trigo cultivadas após a ervilhaca peluda apresentaram altura intermediária aos outros dois tratamentos (Quadro 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2006), que avaliaram os efeitos de práticas culturais sobre o desempenho agrônomo das plantas de trigo e observaram que as plantas de trigo eram significativamente maiores quando cultivadas em sistemas de rotação de culturas com leguminosas.

O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de altura das plantas de trigo em função das doses de nitrogênio em cobertura foi o quadrático (Figura 3), com a maior altura (64,7 cm) na dose de 109,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio. A altura de plantas é um atributo que indica o grau de desenvolvimento da cultura e teve correlação positiva e significativa ($r = 0,76$) com a produtividade (Quadro 4). Estes resultados diferem dos encontrados por Teixeira Filho et al. (2007) que, estudando cinco doses de nitrogênio em adubação de cobertura, constataram que não houve efeito das doses de nitrogênio sobre a altura de plantas de trigo, possivelmente devido à aplicação de nitrogênio na semeadura e à realização da adubação de cobertura em um estágio mais tardio da cultura.

QUADRO 5. Valores de F e valores médios de altura das plantas de trigo (cm), número de perfilhos produtivos por planta, tamanho médio da espiga e número de grãos por espiga de trigo, em função dos adubos verdes. Dourados - MS, 2007

	Altura (cm)	Número de perfilhos	Tamanho de espiga (cm)	Nº de grãos por espiga
F blocos	0,3 ^{ns}	1,1 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}
F adubos verdes	8,2 [*]	31,7 ^{**}	36,6 ^{**}	17,2 ^{**}
F doses de N	41,0 ^{**}	20,4 ^{**}	6,5 ^{**}	11,6 ^{**}
F interação	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,6 ^{ns}
Crotalária	62,2 a	3,5 a	9,0 a	32,2 a
Ervilhaca	60,2 ab	3,0 b	8,3 ab	30,9 b
Pousio	57,5 b	2,9 b	7,6 b	30,3 b
DMS	3,5	0,3	0,8	1,0
CV (%)	6,9	10,4	16,5	6,6

** significativo a 1% de probabilidade. * significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

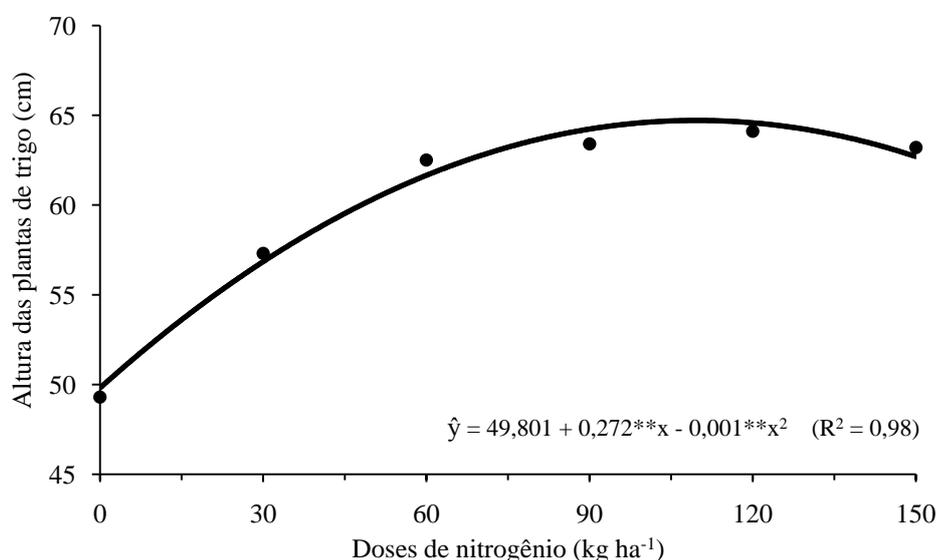


FIGURA 3. Altura das plantas de trigo (cm), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007. (** significativo a 1% de probabilidade).

O número de perfilhos produtivos por planta foi maior nas parcelas em que o trigo foi cultivado após a crotalária (Quadro 5) e por meio da análise de regressão das respostas às diferentes doses de nitrogênio na adubação de cobertura pode-se concluir que o modelo quadrático foi o que mostrou melhor ajuste aos dados, alcançando o valor máximo (3,47) na dose de 110 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 4). Em estudo realizado por Zagobel et al. (2002), os autores também observaram aumento do número de perfilhos produtivos por planta com o acréscimo de nitrogênio em cobertura, até a dose de 105 kg ha⁻¹.

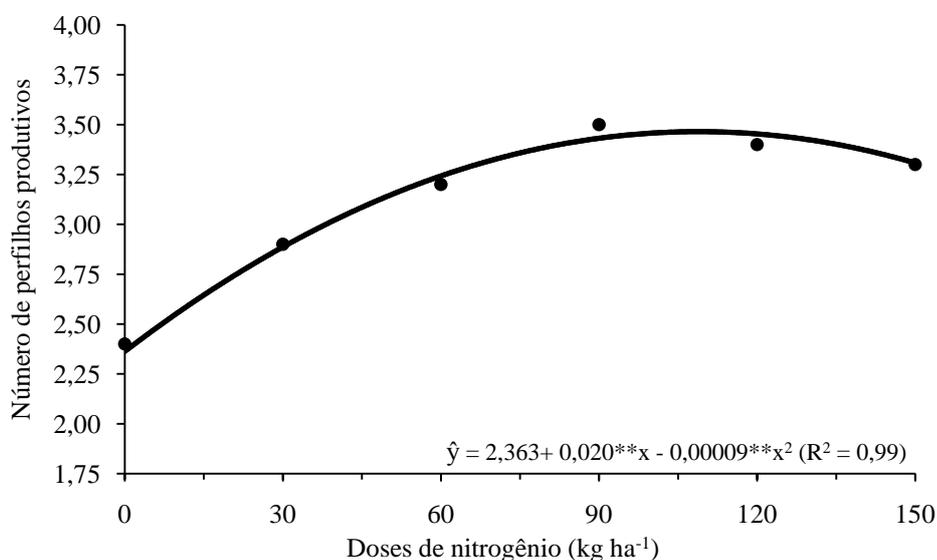


FIGURA 4. Número de perfilhos produtivos por planta de trigo, em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007. (** significativo a 1% de probabilidade).

Pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, o trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, compensando possíveis falhas na semeadura. Portanto, o número de perfilhos produtivos por planta está diretamente associado à produção de espigas por unidade de área e, conseqüentemente, com a produtividade do trigo, como pode ser observado na correlação positiva e significativa ($r = 0,73$) apresentada no Quadro 4. Um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a pequena participação dos perfilhos na formação do rendimento final (ALMEIDA et al., 2002). Sendo assim, a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são importantes, pois estas estruturas fazem parte dos

componentes de desempenho agrônômico e são também supridoras de assimilados ao colmo principal.

As plantas de trigo cultivadas após a crotalária desenvolveram espigas maiores do que as cultivadas após o pousio (Quadro 5). O nitrogênio pode refletir em aumento no tamanho da espiga de trigo, desde que seu efeito se dê até o período de emissão do segundo perfilho (SANGOI et al., 2007). Ressalta-se que, no presente estudo, nenhum tratamento teve adubação nitrogenada mineral na semeadura do trigo, dependendo principalmente da decomposição do material orgânico para suprir sua demanda por nitrogênio, especialmente nos primeiros estágios de seu ciclo. Pela análise de regressão, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo que o ponto máximo da curva (9,8) foi calculado na dose de 115,2 kg ha⁻¹ (Figura 5). O tamanho da espiga está diretamente relacionado ao número de grãos por espiga ($r = 0,55$) e também à produtividade ($r = 0,63$) da cultura do trigo (Quadro 4).

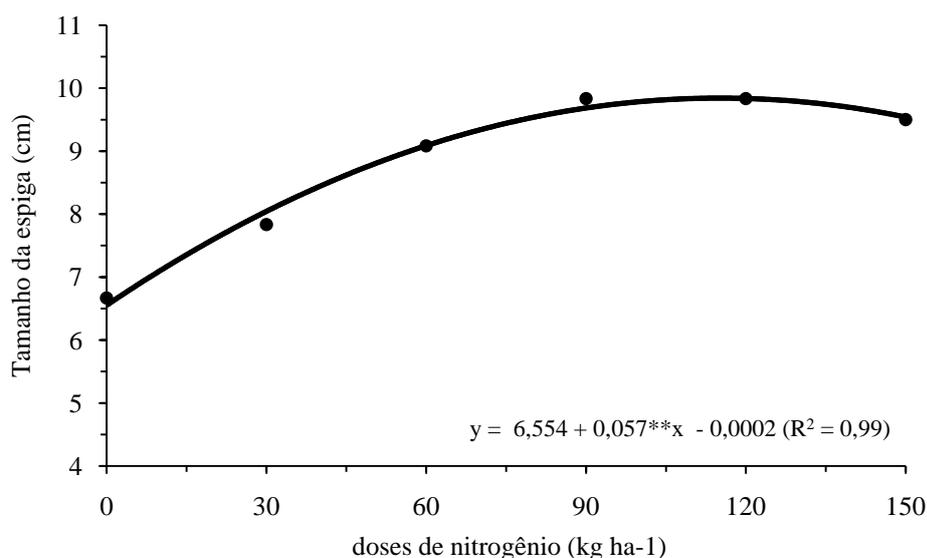


FIGURA 5. Tamanho da espiga de trigo (cm), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007.

O cultivo de crotalária antecedendo a cultura do trigo proporcionou maior número de grãos por espiga (Quadro 5), possivelmente devido à melhor nutrição das plantas de trigo. Por meio da equação da análise de regressão pode-se calcular que, independentemente da cobertura vegetal, o maior número de grãos por espiga (32,8) pode ser obtido com a adição de 127 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 6). Resposta

semelhante foi encontrada por Cazetta et al. (2008), que avaliaram a influência de doses de nitrogênio em cobertura na qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale, em sistema plantio direto e observaram aumento do número de grãos por espiga com o aumento das doses de nitrogênio.

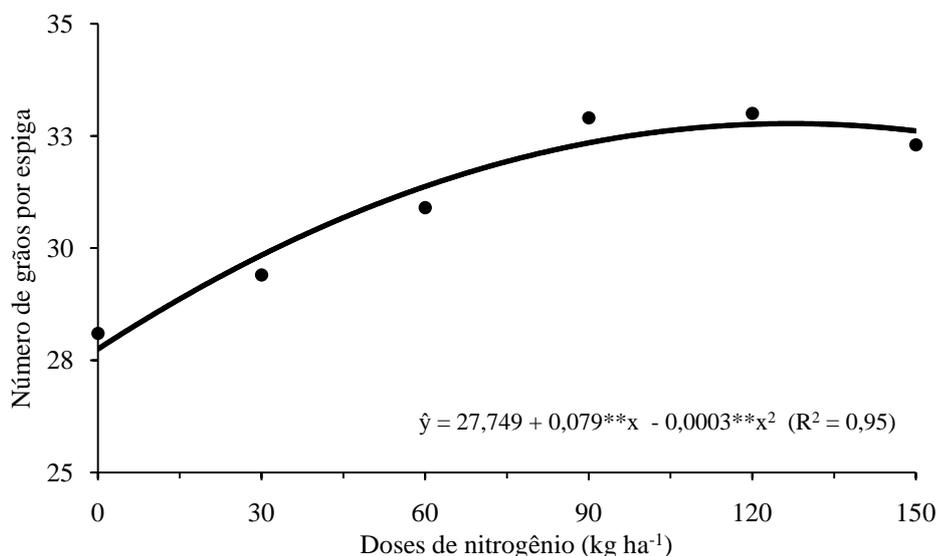


FIGURA 6. Número de grãos por espiga de trigo, em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007. (** significativo a 1% de probabilidade).

Não houve efeito dos tratamentos estudados na medida da massa de mil grãos (Quadro 6), assim como não se observou correlação significativa entre esta variável e as outras variáveis estudadas (Quadro 4). Estes resultados corroboram com os obtidos por Braz et al. (2006), que não observaram diferença estatística na massa de mil grãos do trigo cultivado em sistema plantio direto em sucessão a diferentes culturas de cobertura e diferem dos resultados relatados por Teixeira Filho et al. (2007), que encontraram efeito significativo de diferentes doses de nitrogênio em cobertura na massa de cem grãos do trigo. Entretanto, este aumento da massa de grãos, normalmente associado a uma maior disponibilidade de nitrogênio durante as fases de floração e início do enchimento de grãos, não garante necessariamente maior produtividade da cultura do trigo (DIDONET et al., 2000).

Os valores de peso hectolitro obtidos quando o trigo foi semeado após os adubos verdes foram os que mais se aproximaram do peso hectolitro-padrão, utilizado na comercialização, que é de 78 kg hL⁻¹ (Quadro 6). O ajuste da equação quadrática para as

doses de nitrogênio em cobertura (Figura 7) permite determinar o ponto de máxima resposta ($77,7 \text{ kg hL}^{-1}$) na dose de 114 kg ha^{-1} de nitrogênio. Houve correlação positiva e significativa ($r = 0,70$) entre as variáveis peso hectolitro e produtividade, como pode ser observado no Quadro 4. O peso hectolitro é utilizado na classificação e comercialização do trigo, e é influenciado pela uniformidade, forma, densidade e tamanho do grão, além do conteúdo de matérias estranhas e grãos quebrados da amostra. Assim sendo, quanto maior o peso hectolitro, maior o rendimento de farinha e, portanto, maior a qualidade do produto. Estes resultados ratificam os encontrados por Santos et al. (2006), que observaram que a rotação de culturas do trigo com leguminosas promove ganhos significativos no peso hectolitro.

QUADRO 6. Valores de F e valores médios de massa de mil grãos (g), peso hectolitro (kg hL^{-1}) e produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do trigo, em função dos adubos verdes. Dourados - MS, 2007

	Massa de mil grãos (g)	Peso hectolitro (kg hL^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
F blocos	0,1 ^{ns}	4,6 ^{ns}	1,1 ^{ns}
F adubos verdes	0,3 ^{ns}	16,3 ^{**}	43,7 ^{**}
F doses de N	0,5 ^{ns}	14,8 ^{**}	119,4 ^{**}
F interação	0,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	4,6 ^{**}
Crotalária	33,7	76,6 a	-
Ervilhaca	33,4	74,7 ab	-
Pousio	33,2	72,4 b	-
DMS	1,8	2,2	-
CV (%)	6,2	14,6	8,7

** significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

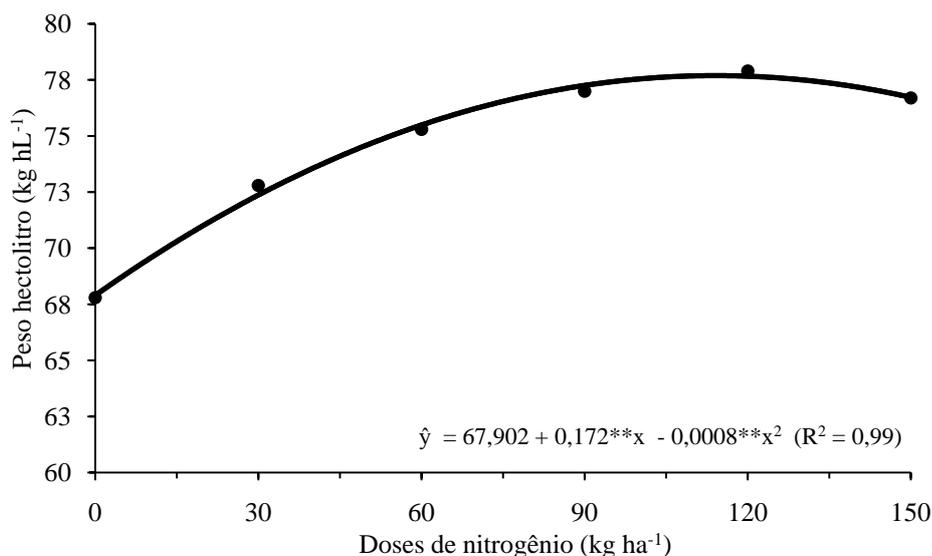


FIGURA 7. Peso hectolitro (kg hL⁻¹), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007. (** significativo a 1% de probabilidade).

A análise de variância da produtividade da cultura do trigo foi significativa ($p \leq 0,01$) para a interação entre adubos verdes e doses de nitrogênio em adubação de cobertura (Quadro 6). Na análise de regressão, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo que as plantas de trigo cultivadas após a crotalária apresentaram maior produtividade do que as semeadas após a ervilhaca peluda ou após o pousio, em todas as doses de nitrogênio na adubação de cobertura testadas (Figura 8). Estes resultados corroboram com os relatados por Braz et al. (2006), que observam que, para uma mesma produtividade do trigo, a necessidade de adubação mineral nitrogenada é menor quando o mesmo é cultivado após leguminosas. A média geral de produtividade do experimento foi 2.870 kg ha⁻¹, superior aos 2.100 kg ha⁻¹ estimados por Richetti (2007) para a produtividade de trigo em Dourados - MS, no ano de 2007.

Nos tratamentos sem adubação mineral nitrogenada em cobertura houve um aumento de 34% na produtividade do trigo quando este foi cultivado após a crotalária, se comparado com o pousio (Figura 8). A maior produtividade do experimento (3.730 kg ha⁻¹) foi calculada nas plantas de trigo com crotalária como adubo verde e com a dose de 124 kg ha⁻¹ de nitrogênio em adubação de cobertura. Efeitos significativos de doses de nitrogênio em adubação de cobertura na produtividade da cultura do trigo também foram encontrados por Da Ros et al. (2003) e Teixeira Filho et al. (2007).

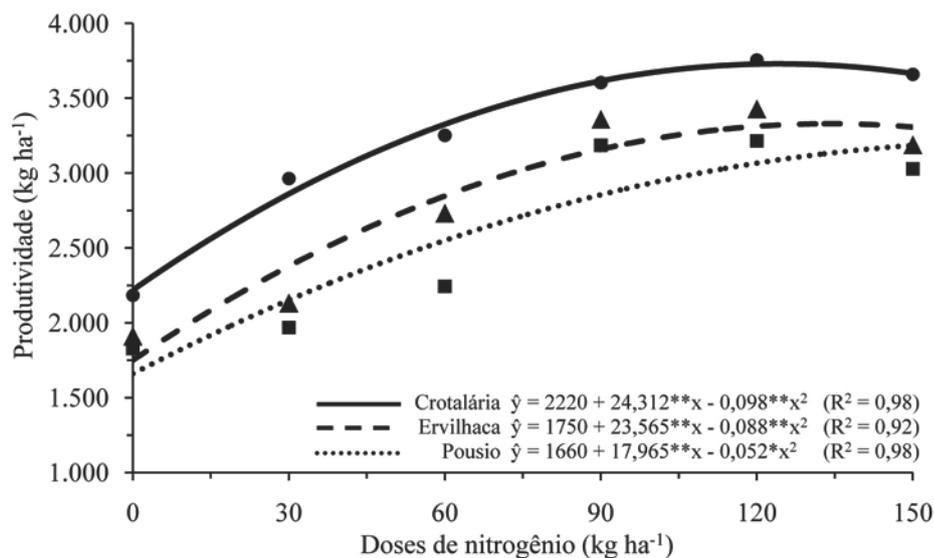


FIGURA 8. Produtividade da cultura do trigo (kg ha^{-1}), em função dos adubos verdes e das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2007. (** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade).

Ressalta-se que, embora se tenha observado efeito do cultivo de crotalária já na safra imediatamente seguinte, em trabalho realizado por Araújo et al. (2005), os autores verificaram que apenas 14% do nitrogênio da crotalária foi recuperado nas plantas de trigo, independentemente da aplicação ou não de uréia. Ainda segundo estes autores cerca de 80% do nitrogênio da crotalária permaneceu no solo por causa da lenta mineralização do nutriente presente na leguminosa, podendo ser aproveitado por outras culturas em sucessão.

A menor produtividade do trigo cultivado após a ervilhaca peluda, se comparada com a do trigo após crotalária, está relacionada com a menor produção de massa seca e com os menores valores de nutrientes acumulados pela leguminosa no momento do seu manejo (Quadro 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Argenta et al. (1999) na cultura do milho, que concluíram que quando a ervilhaca não se desenvolve bem, o suprimento de nitrogênio para o milho semeado em sucessão pode ficar abaixo do esperado. Entretanto, as plantas de trigo cultivadas após a ervilhaca peluda foram mais produtivas do que as cultivadas sobre o pousio (Figura 9), em todos os níveis de nitrogênio testados em adubação de cobertura. Este resultado provavelmente se deve ao nitrogênio acumulado pela ervilhaca peluda, que mesmo com baixa produção de massa seca foi dez vezes maior que os teores acumulados nas parcelas em pousio (Quadro 2). Além disso, a ervilhaca peluda possui tecidos vegetais mais tenros e menos lignificados,

baixa relação C/N e, conseqüentemente, maior sincronia entre o período de decomposição dos mesmos e o de maior demanda dos nutrientes pela cultura do trigo (SILVA et al., 2006).

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o experimento foi desenvolvido, pode-se concluir que o cultivo de leguminosas antecedendo a semeadura do trigo promove acréscimos significativos na produtividade da cultura, que as maiores produtividades de trigo são obtidas quando a cultura é semeada em sucessão à crotalária e que a resposta do trigo a aplicação de nitrogênio mineral difere em função da cultura antecessora.

5. REFERÊNCIAS

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C.O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P.S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, N. 3, p. 377-383, 2002.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. de. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189, 2000.

ARAÚJO, A.F.; 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, n. 2, p. 284-289, 2005.

ARF, O.; SILVA, L.S.; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; HERNANDEZ, F.B.T. Efeitos na cultura do trigo da rotação com o milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 58, p. 323-334, 1999.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; RIZZARDI, M.A.; BARUFFI, M.J.; BEHEREGARAY NETO, V. Manejo do nitrogênio no milho em semeadura direta em sucessão a espécies de cobertura de solo no inverno e em dois locais. I – Efeito sobre a absorção de N. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 577-586, 1999.

BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; LANGE, A.; TRIVELIN, P.C. Perda de nitrogênio pela parte aérea de plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1106-1111, 2006.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001.

CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale submetidos à adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 741-750, 2008.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.) **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p. (Documentos, 1).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=134>>. Acesso em 10 nov. 2008.

DA ROS, C.O.; SALET, R.L.; PORN, R.L.; MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, 2003.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; LIMA, O.S.; CANDATEN, A.A. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.

HOOD R.C. Evaluation of a new approach to the nitrogen⁻¹⁵ isotope dilution technique, to estimate crop N uptake from organic residues in the field. **Plant Soil**, Praha, v. 34, p. 156-161, 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p.115-230.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MARTINS, R.M.G.; ROSA JÚNIOR, E.J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 225-232, 2005.

OCEPAR. **Elevação dos custos de produção na agricultura**. Disponível em <http://www.ocepar.org.br/UPL/Outro/Custos%20Producao_ImpactoFertilizantes_Sistema%20Ocepar.pdf>. Acesso em 10 nov. de 2008.

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: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RICHETTI, A. **Estimativa do Custo de Produção de Trigo, Safra 2007, na Região Sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa/CPAO, 2007 (Comunicado Técnico 131).

SANGOI, L.; BERNS, A.C.; ALMEIDA, M.L; ZANIN, C.G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B.; SPERA, S.T.; ÁVILA, A. Efeito de práticas culturais sobre o rendimento e outras características agronômicas de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 669-677, 2006.

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

SILVA, F.A.S.E.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, M.G.; ARF, O.; ALVES, M.C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 335-347, 2008.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R.C.F.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 421-425, 2007.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

CAPÍTULO II - ADUBOS VERDES E ADUBAÇÃO MINERAL NITROGENADA EM COBERTURA NA CULTURA DO TRIGO SOB PLANTIO DIRETO

RESUMO. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes adubos verdes, associados a doses de nitrogênio em adubação de cobertura, no desempenho agrônômico da cultura do trigo em sistema plantio direto. O experimento foi realizado em Dourados-MS, Brasil, em delineamento de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos adubos verdes: ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), crotalária (*Crotalaria juncea*), mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), labe labe (*Dolichus lablab*) e um tratamento-testemunha, em pousio. Nas subparcelas foram testadas quatro doses de nitrogênio em cobertura: zero, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹, com a uréia como fonte de nitrogênio. Foram realizadas avaliações de massa seca das coberturas vegetais, teores de nutrientes nos tecidos da parte aérea dos adubos verdes e nas folhas de trigo, altura de plantas, número de perfilhos produtivos por planta, tamanho da espiga, número de grãos por espiga, massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade. Concluiu-se que o cultivo de adubos verdes antecedendo a semeadura do trigo promove acréscimos significativos na produtividade da cultura e que a resposta do trigo à aplicação de nitrogênio mineral difere em função da cultura antecessora.

Palavras chaves: crotalária, ervilhaca peluda, labe labe, mucuna anã, *Triticum* spp.

GREEN MANURES AND MINERAL NITROGEN TOP DRESSING FERTILIZATION OF WHEAT CROP UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT. The objective of this work was evaluate the effect of different green manures, associated with levels of mineral nitrogen top dressing in the agronomic performance of wheat crop under no-tillage. The experiment was performed in Dourados-MS, Brazil, in randomized blocks experimental design, with treatments arranged in a split-plot scheme with four repetitions. The plots were constituted by hairy vetch (*Vicia villosa*), sunn hemp (*Crotalaria juncea*), velvet bean (*Mucuna deeringiana*), hyacinth bean (*Dolichus lablab*) green manures and a treatment-control, in fallow. In the split-plot were tested four levels of mineral nitrogen top dressing: zero, 45, 90, and 135 kg ha⁻¹, using urea as the nitrogen source. Evaluations of cover crops shoot dry biomass, nutrient contents in green manures shoot and in wheat leaves, plant height, number of productive tillers per plant, length of spike, number of grains per spike, one thousand-grains weight, hectolitic weight and yield were performed. It was concluded that the growth of green manures before seeding wheat promotes significant increases in yield of the crop and that the wheat response to the application of mineral nitrogen differs depending on the predecessor culture.

Keywords: sunn hemp, hairy vetch, hyacinth bean, velvet bean, *Triticum* spp.

1. INTRODUÇÃO

O trigo é um dos cereais mais produzidos no mundo, fornecendo alimento para 36% da população global e contribuindo com 20% do total das calorias ingeridas (BRAZ et al., 2006). O Brasil possui um déficit na produção nacional de trigo há vários anos, fato que o faz altamente dependente da importação deste grão. No ano de 2006, os gastos com importação de trigo em grãos e em farinha ultrapassaram 650 milhões de dólares e no ano de 2007 este valor superou um bilhão de dólares, representando grande parte dos gastos com a importação de produtos agrícolas (FNP, 2008).

Esta baixa produção, aquém das reais necessidades, é atribuída a fatores como falta de investimento em técnicas adequadas de manejo, baixa produtividade, pequena oferta de semente, elevado custo de produção, pouco acesso a informações de mercado e, sobretudo, aos preços praticados, que conferem baixa rentabilidade ao produtor (SILVA, 2008). Neste desafio permanente de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção, tornam-se indispensáveis o uso de técnicas como o sistema plantio direto, a rotação de culturas e a adubação para a manutenção da lucratividade dessa atividade agrícola.

O uso de adubos verdes pode otimizar os efeitos dos fertilizantes minerais, possibilitando, para alguns nutrientes, redução da quantidade a ser aplicada, e quando se faz uso de algumas leguminosas pode, para algumas culturas e faixas de produtividade, suprir parcial ou integralmente o nitrogênio às culturas (SILVA et al., 2006). Embora grande quantidade de nitrogênio possa existir na parte aérea das culturas de cobertura, a quantidade real que será aproveitada pela cultura em sucessão irá depender do sincronismo entre a decomposição da biomassa e a demanda da cultura (AITA et al., 2001).

Assim sendo, as plantas de cobertura proporcionam efeito residual variável, sugerindo que sejam usadas aquelas com maiores potencialidades em relação ao aumento da produtividade das culturas econômicas em sucessão (ARGENTA, 1999). Em geral, as leguminosas mais utilizadas na região Centro-Oeste do Brasil são a mucuna, o guandu, a crotalária, a ervilhaca e o feijão-de-porco que, entre outros benefícios, enriquecem o solo em nitrogênio fixado do ar, contido, principalmente, nas folhas e ramos (AMADO et al, 2000).

O nitrogênio é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do trigo e sua carência pode ser fator limitante para a mesma. A disponibilidade deste

nutriente no solo está vinculada, entre outros fatores, à relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos culturais, principalmente no sistema plantio direto, onde os mesmos permanecem na superfície do solo (ARAÚJO et al., 2005). O fornecimento de nitrogênio para as plantas de trigo é de grande importância nos períodos em que o potencial de rendimento está sendo estabelecido. Os componentes do rendimento como o número de espigas por área e o número de grãos por espigas sofrem forte influência pela variação do momento em que o nitrogênio é fornecido. No período compreendido entre a fase inicial até o início da diferenciação do primórdio floral, por exemplo, a falta de nitrogênio reduz a formação de espiguetas (SANGOI et al., 2007).

A magnitude de substituição da adubação nitrogenada mineral do trigo pelas leguminosas de cobertura depende de diversos fatores, dentre os quais pode-se destacar a quantidade de nitrogênio acumulado pelas leguminosas, a taxa com que o nutriente é liberado dos resíduos culturais, a disponibilidade de nitrogênio do solo e o nível tecnológico empregado na cultura (AITA et al., 2001).

Silva e Souza (2007) avaliaram a eficiência técnica e econômica de sistemas de produção, envolvendo sucessão de culturas associadas com doses de nitrogênio, na produção de milho, em condições de plantio direto e concluíram que a dose de nitrogênio que proporciona maior lucro na cultura de milho depende da cultura antecessora e que as culturas antecessoras que disponibilizam mais nitrogênio proporcionam maior lucro na cultura de milho e menor utilização de insumos industriais.

São relativamente recentes os estudos sobre a influência dos resíduos culturais deixados na superfície do solo no rendimento da cultura do trigo em sucessão. As inúmeras espécies de plantas utilizadas como adubo verde proporcionam efeito residual variável, o que torna mais complexo a recomendação daquelas com maior potencialidade em relação ao aumento da produtividade para cada cultura econômica em sucessão.

Neste contexto, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes adubos verdes, associados a doses de nitrogênio em adubação de cobertura, no desempenho agrônomo da cultura do trigo em sistema plantio direto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados - MS, situado a 22° 13' 16" de latitude Sul, 54° 17' 01" de longitude Oeste e altitude de 430 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico, originalmente sob vegetação de Cerrado (EMBRAPA, 1999). Os resultados da análise química do solo realizada antes da semeadura dos adubos verdes, em três profundidades é apresentada no Quadro 1. Os dados de pluviosidade e de temperaturas máximas e mínimas registrados durante o período do experimento podem ser observados na Figura 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em um esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas, de dimensões 12 m x 6 m, foram constituídas pelos adubos verdes: ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Hoth), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), mucuna anã (*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr.), labe labe (*Dolichus lablab* L.) e um tratamento-testemunha, sem o cultivo de adubos verdes (em pousio). Nas subparcelas, de dimensões 6 m x 3 m, foram testadas quatro doses de nitrogênio em adubação de cobertura (zero, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹ de nitrogênio).

QUADRO 1. Valores médios⁽¹⁾ da análise química do solo realizada antes da semeadura dos adubos verdes na área experimental. Dourados - MS, 2008

Profundidades (cm)	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
				-----mmol _c dm ⁻³ -----							
0 - 5	33,3	5,5	14	5,1	0,0	70,9	27,0	45,0	103,0	148,0	69
5,0 - 10,0	32,7	5,3	11	2,2	0,0	77,2	25,0	47,0	104,4	151,4	68
10,0 - 20,0	28,0	5,4	9	2,5	0,0	70,6	25,3	45,0	98,4	143,4	68

⁽¹⁾ Determinações segundo Claessen (1997).

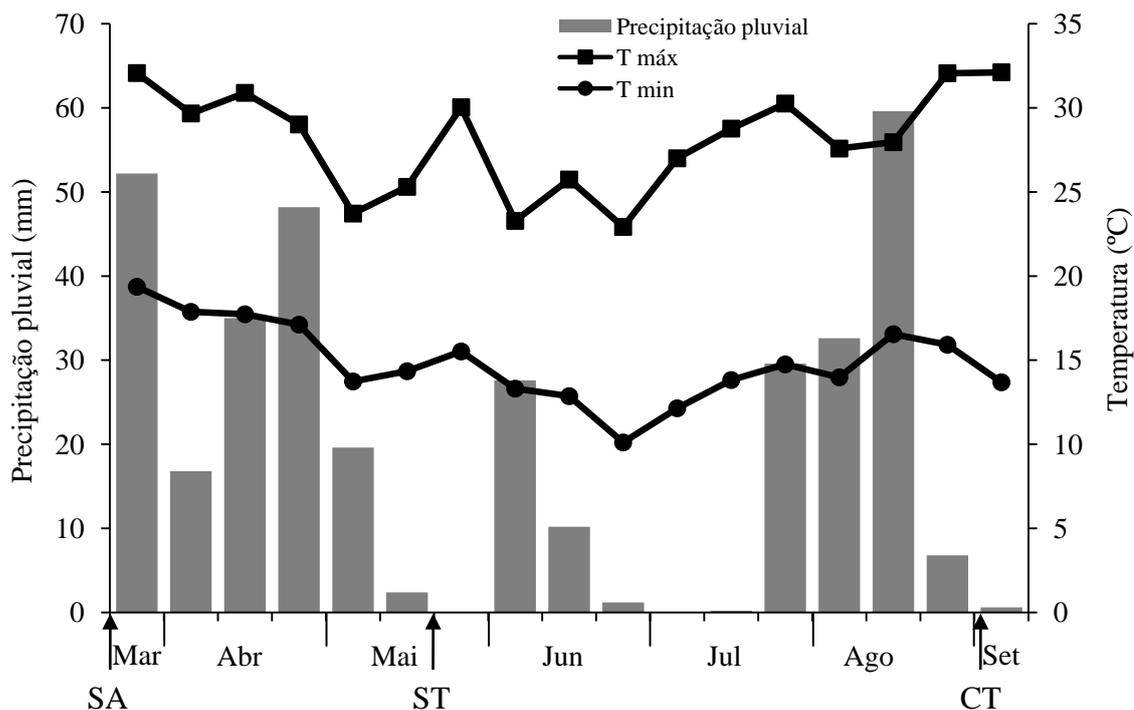


FIGURA 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de março a setembro de 2008. (SA) = semeadura dos adubos verdes; (ST) = semeadura do trigo; (CT) = colheita do trigo. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados - MS, 2008.

Os adubos verdes foram semeados mecanicamente sobre a resteva de milho da safra anterior, na segunda quinzena de março e manejados aos 64 dias após a semeadura, com a aplicação do herbicida glyphosate na dosagem de $2,4 \text{ L ha}^{-1}$. As plantas de crotalária foram acamadas com o uso de um rolo-faca antes da aplicação do herbicida. Determinou-se a produção de massa seca e os teores de nutrientes na parte aérea dos adubos verdes utilizando-se um quadro de $0,25 \text{ m}^2$ lançado aleatoriamente nas parcelas, com oito amostras por tratamento. As plantas foram cortadas rente ao solo, lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C , até peso constante. Após a secagem, o material amostrado foi moído para determinação dos teores dos nutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Antes da semeadura do trigo, aplicou-se ainda na área experimental o herbicida paraquat na dosagem de $1,33 \text{ L ha}^{-1}$ para o controle das plantas daninhas remanescentes. O trigo foi semeado mecanicamente, na segunda quinzena de maio, com adubação de 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 60 kg ha^{-1} de K_2O . A cultivar utilizada foi a BR 18, com 60 sementes por metro linear e espaçamento entrelinhas de $0,17 \text{ m}$. A adubação nitrogenada de

cobertura ocorreu aos trinta dias após a semeadura do trigo, quando este estava na fase de perfilhamento. A aplicação das diferentes doses foi realizada manualmente, próxima à linha de semeadura e na superfície do solo, tendo a uréia como fonte de nitrogênio (45% de N). A maior dose foi parcelada em duas aplicações, sendo que a segunda aplicação ocorreu uma semana após a primeira.

Para o controle complementar de plantas daninhas na cultura do trigo aplicou-se o herbicida metsulfuron-metil, na dosagem de 4 g ha⁻¹, aos 20 dias após a semeadura. Aos 28 e 35 dias após a semeadura foram aplicados o fungicida tebuconazol + trifloxistrobina e o inseticida imidacloprid + betacyfluthrin.

A amostragem das folhas de trigo foi realizada no início do espigamento, sendo coletadas 30 folhas-bandeira por subparcela, as quais foram secas em estufa sob circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante. Após a secagem, as folhas foram moídas para determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Na colheita, determinou-se a altura das plantas de trigo, pela medida compreendida entre a superfície do solo e a inserção da folha bandeira, e o número de perfilhos produtivos por planta, com a amostragem de dez plantas por subparcela. No mesmo dia foram coletadas dez espigas por subparcela para determinação do tamanho de espigas e número de grãos por espiga. As plantas presentes nas sete linhas centrais da área útil da parcela foram cortadas manualmente e, posteriormente, trilhadas. Os grãos, após beneficiamento, tiveram sua umidade corrigida para 13% para as avaliações de massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade. O peso hectolitro foi determinado em balança específica.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e ao teste F a 5% de probabilidade. Os adubos verdes foram avaliados pela comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as doses de nitrogênio em cobertura foram analisadas por meio do ajuste de equações de regressão. Quando o teste F foi significativo para a interação adubo verde x doses de nitrogênio realizou-se o desdobramento da interação, por meio da análise de regressão das doses de nitrogênio em cada adubo verde. Também foi realizada análise de correlação simples entre as variáveis estudadas. O software estatístico utilizado foi o Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os adubos verdes estudados, a crotalária produziu a maior quantidade de massa seca por área e a ervilhaca peluda a menor quantidade (Figura 2). Esta maior quantidade de material vegetal proporcionou à crotalária maiores teores acumulados de nutrientes, em kg ha^{-1} (Quadro 2). A baixa produção de massa seca da ervilhaca peluda pode ser atribuída ao seu crescimento inicial lento e ao intervalo restrito de tempo entre a colheita da safra de verão e a semeadura do trigo, circunstância que impossibilitou o pleno desenvolvimento vegetativo do adubo verde. Melhores resultados em produção de massa seca pela ervilhaca peluda foram encontrados por Martins e Rosa Júnior (2005) e Silva et al. (2006), que relataram quantidades de massa seca acima de 3.000 kg ha^{-1} , aos 113 e 153 dias após a semeadura, respectivamente. A produção de massa seca pela mucuna anã foi prejudicada pelo baixo estande da cultura, que ocorreu devido às dificuldades na operação de semeadura.

A vegetação espontânea presente nas parcelas em pousio era composta principalmente por trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.), caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.) e capim braquiária (*Brachiaria decumbens*).

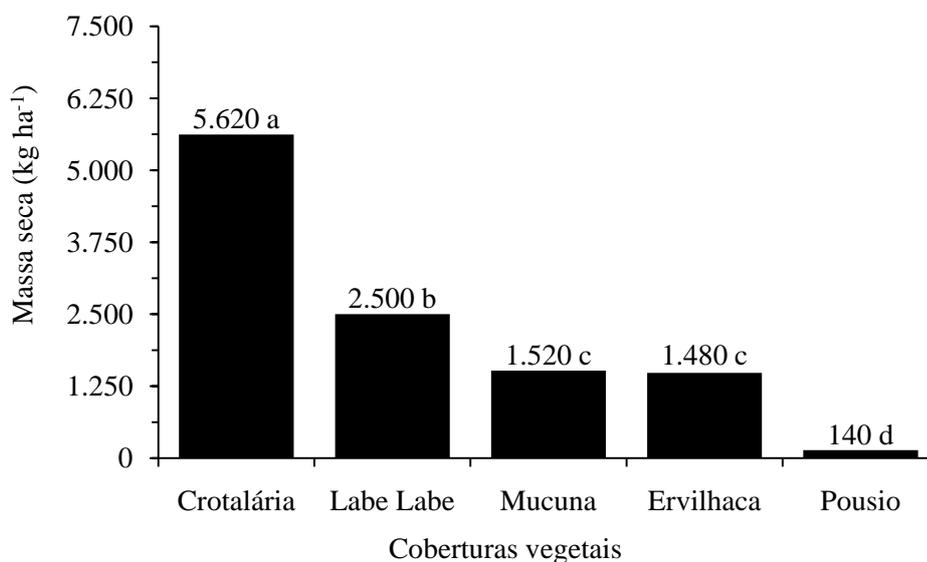


FIGURA 2. Massa seca das coberturas vegetais, em kg ha^{-1} , aos 64 dias após a semeadura dos adubos verdes. Dourados - MS, 2008.

QUADRO 2. Valores de F e valores médios dos teores de nitrogênio, nitrogênio acumulado, teor de fósforo, fósforo acumulado, teor de potássio e potássio acumulado da parte aérea dos adubos verdes cultivados antes do trigo. Dourados - MS, 2008

	Teor de N g kg ⁻¹	N acum. kg ha ⁻¹	Teor de P g kg ⁻¹	P acum. kg ha ⁻¹	Teor de K g kg ⁻¹	K acum. kg ha ⁻¹
Teste F	34,5 **	449,3 **	8,4 **	496,9 **	62,3 **	130,2 **
Ervilhaca	42,2 a	62,5 b	6,6 a	9,8 c	32,0 a	47,4 b
Crotalaria	32,6 b	183,2 a	6,1 a	34,3 a	21,4 b	120,1 a
Mucuna anã	28,9 b	43,9 d	4,8 b	7,3 d	17,5 c	26,6 c
Labe labe	27,8 b	69,4 c	6,1 a	15,3 b	24,3 b	60,6 b
DMS	4,9	12,4	1,2	2,4	3,4	15,5
CV (%)	6,8	12,3	9,1	7,6	6,5	11,1

** significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de trigo no início do espigamento (Quadro 3) encontravam-se adequados segundo os padrões nutricionais estabelecidos por RAIJ et al. (1997). Houve interação significativa ($p \leq 0,01$) entre os efeitos dos adubos verdes e das doses de nitrogênio mineral em cobertura para teor de nitrogênio nas folhas de trigo (Quadro 3). Os maiores teores de nitrogênio nas folhas foram mensurados quando o trigo foi cultivado após a ervilhaca peluda, e os menores valores no trigo cultivado após o pousio (Figura 3). Apesar de ter originado menor quantidade de massa seca (Figura 2), a ervilhaca peluda possui tecidos vegetais menos lignificados e com menor relação C/N, o que favorece a decomposição e mineralização do nitrogênio (SILVA et al., 2006). O maior teor de nitrogênio nas folhas de trigo (37,2 g kg⁻¹) foi calculado no tratamento com a ervilhaca peluda, para a dose de 82,1 kg ha⁻¹ de nitrogênio em adubação de cobertura (Figura 3). O teor de nitrogênio nas folhas de trigo teve uma correlação positiva e significativa ($r = 0,60$) com a produtividade de grãos (Quadro 4).

QUADRO 3. Valores de F e valores médios dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar das plantas de trigo, em função das coberturas vegetais. Dourados - MS, 2008

	Teor de nitrogênio g kg ⁻¹	Teor de fósforo g kg ⁻¹	Teor de potássio g kg ⁻¹
F blocos	0,6 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,27 ^{ns}
F adubos verdes	51,4 ^{**}	8,8 ^{**}	37,3 ^{**}
F doses de N	35,7 ^{**}	2,7 ^{ns}	1,6 ^{ns}
F interação	4,1 ^{**}	1,9 ^{ns}	1,4 ^{ns}
Ervilhaca	-	4,44 a	28,2 b
Crotalária	-	4,31 ab	32,1 a
Mucuna anã	-	4,19 b	23,3 c
Labe labe	-	4,20 b	23,4 c
Pousio	-	4,16 b	18,6 d
DMS	-	0,17	3,8
CV (%)	9,2	6,3	13,4

** significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

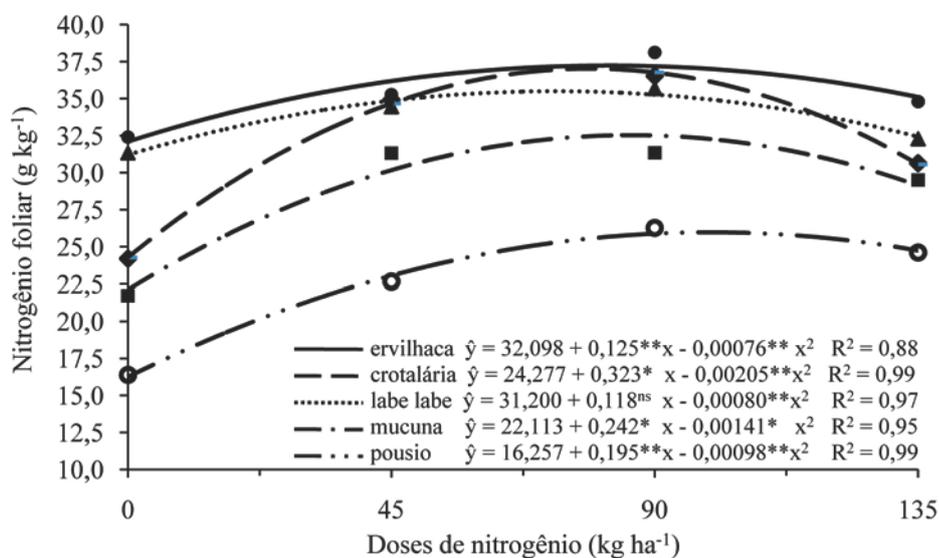


FIGURA 3. Teores de nitrogênio foliar das plantas de trigo, em função dos adubos verdes e das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo).

QUADRO 4. Coeficientes de correlação simples entre as variáveis: nitrogênio foliar (NF), altura de plantas (AP), número de perfilhos produtivos por planta (PP), tamanho da espiga (TE), número de grãos por espiga (GE), massa de mil grãos (MG), produtividade (PROD) e peso hectolitro (PH). Dourados - MS, 2008

	NF	PP	AP	TE	GE	MG	PH	PROD
NF	1	0,46**	0,13 ^{ns}	0,55**	0,63**	0,50**	0,56**	0,60**
PP		1	0,32**	0,33**	0,42**	0,51**	0,21 ^{ns}	0,51**
AP			1	0,16 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,23*	0,53**
TE				1	0,56**	0,42**	0,50**	0,63**
GE					1	0,51**	0,57**	0,71**
MG						1	0,45**	0,42**
PH							1	0,53**
PROD								1

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Não houve efeito significativo dos adubos verdes para altura das plantas de trigo (Quadro 5). O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de altura das plantas de trigo em função das doses de nitrogênio em cobertura foi o quadrático, com a maior altura (50,7 cm) na dose de 115,9 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 4). A altura de plantas é um atributo que indica o grau de desenvolvimento da cultura e teve correlação positiva e significativa ($r = 0,53$) com a produtividade (Quadro 4). Resultados diferentes foram encontrados por Teixeira Filho et al. (2007) que, estudando cinco doses de nitrogênio em adubação de cobertura, constataram que não houve efeito das doses de nitrogênio sobre a altura de plantas, possivelmente devido à aplicação de nitrogênio na semeadura e à realização da adubação de cobertura em um estágio mais tardio da cultura.

Observou-se no experimento um baixo número de perfilhos produtivos por planta, com uma média geral de apenas 1,9 perfilhos e com diferenças significativas entre os adubos verdes (Quadro 5). O perfilhamento do trigo foi prejudicado principalmente pela ocorrência de temperaturas superiores às consideradas como ideais por Scheeren et al. (2000) para a cultura do trigo no estágio de perfilhamento (Figura 1). Na análise de regressão das respostas às diferentes doses de nitrogênio em adubação de cobertura, verificou-se que o modelo quadrático foi o que mostrou melhor ajuste aos

dados de número de perfilhos (Figura 5), sendo que o maior número de perfilhos produtivos por planta (2,1) foi obtido na dose de 84,6 kg ha⁻¹. Zagonel et al. (2002) também observaram o aumento do número de perfilhos produtivos por planta com o acréscimo de nitrogênio em cobertura, entretanto, até a dose de 105 kg ha⁻¹.

QUADRO 5. Valores de F e valores médios de altura das plantas de trigo (cm), número de perfilhos produtivos por planta, tamanho médio da espiga e número de grãos por espiga de trigo, em função dos adubos verdes. Dourados - MS, 2008

	Altura (cm)	Número de perfilhos	Tamanho da espiga (cm)	Nº de grãos por espiga
F blocos	1,15 ^{ns}	0,1 ^{ns}	2,1 ^{ns}	1,7 ^{ns}
F adubos verdes	2,5 ^{ns}	5,7 ^{**}	8,3 ^{**}	46,1 ^{**}
F doses de N	44,8 ^{**}	9,6 ^{**}	19,4 ^{**}	20,9 ^{**}
F interação	1,5 ^{ns}	1,2 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,9 ^{ns}
Ervilhaca	50,3 a	2,2 a	7,8 a	32,7 a
Crotalária	48,9 a	2,0 ab	7,4 ab	30,8 ab
Mucuna anã	46,7 a	1,6 b	7,0 bc	29,8 b
Labe labe	48,0 a	1,9 ab	7,2 ab	30,3 b
Pousio	46,6 a	1,5 b	6,4 c	24,2 c
DMS	4,5	0,5	0,7	2,1
CV (%)	8,2	24,5	8,7	6,4

** significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

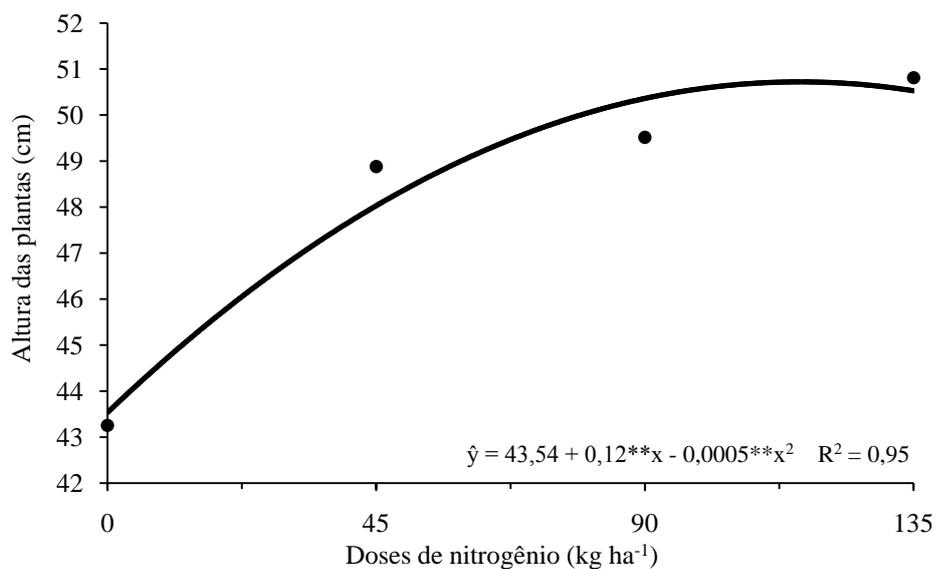


FIGURA 4. Altura das plantas de trigo (cm), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade).

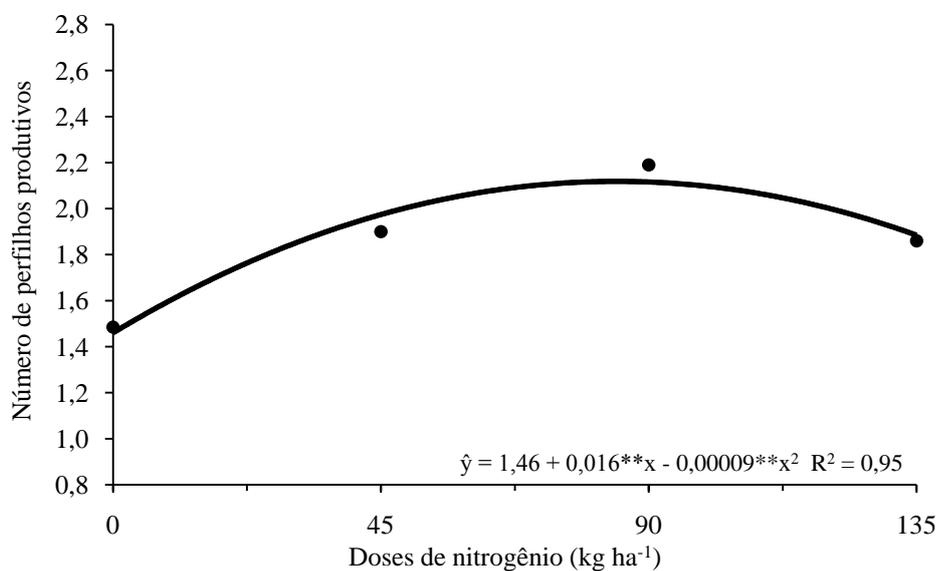


FIGURA 5. Número de perfilhos produtivos por planta de trigo, em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade).

O trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, compensando possíveis falhas na semeadura. Portanto, o número de perfilhos produtivos por planta está diretamente associado à produção de espigas por unidade de área e, conseqüentemente, com a produtividade, como pode ser observado na correlação positiva e significativa ($r = 0,51$) apresentada no Quadro 4. Um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a pequena participação dos perfilhos na formação do rendimento final (ALMEIDA et al., 2002). Sendo assim, a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são muito importantes, pois essas estruturas fazem parte dos componentes de desempenho agrônômico e são também supridoras de assimilados ao colmo principal.

Os valores de tamanho médio de espiga determinados nos tratamentos com ervilhaca peluda, crotalária e labe labe não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores aos determinados nas plantas de trigo após o pousio (Quadro 5). O nitrogênio pode refletir em aumento no tamanho da espiga de trigo, desde que seu efeito se dê até o período de emissão do segundo perfilho (SANGOI et al., 2007). Entretanto, o tamanho da espiga pouco contribui para a definição da produção quando o número de espigas por área for pequeno (DIDONET et al., 2000).

Ressalta-se que, neste trabalho, nenhum tratamento teve adubação mineral nitrogenada na semeadura do trigo. Desta forma, o fornecimento inicial de nitrogênio dependeu principalmente da decomposição do material orgânico para suprir sua demanda por nitrogênio nos primeiros estágios do ciclo da cultura.

Na análise de regressão para a variável tamanho médio de espiga, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, com o maior tamanho de espiga (7,6 cm) calculado na dose de $100,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio na adubação de cobertura (Figura 6). O tamanho da espiga está diretamente relacionado ao número de grãos por espiga ($r = 0,56$) e, conseqüentemente, à produtividade ($r = 0,63$) da cultura do trigo (Quadro 4).

O cultivo de ervilhaca peluda e crotalária antecedendo a cultura do trigo proporcionaram maior número de grãos por espiga (Quadro 5), possivelmente devido à melhor nutrição das plantas de trigo. Por meio da equação da análise de regressão pode-se calcular que, independentemente da cobertura vegetal, o maior número de grãos por espiga (31,9) poderia ser obtido com a adição de $107,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio (Figura 7). Resposta semelhante foi encontrada por Cazetta et al. (2008), que avaliaram a influência

de doses de nitrogênio em cobertura nas características industriais de cultivares de trigo e triticale no sistema plantio direto.

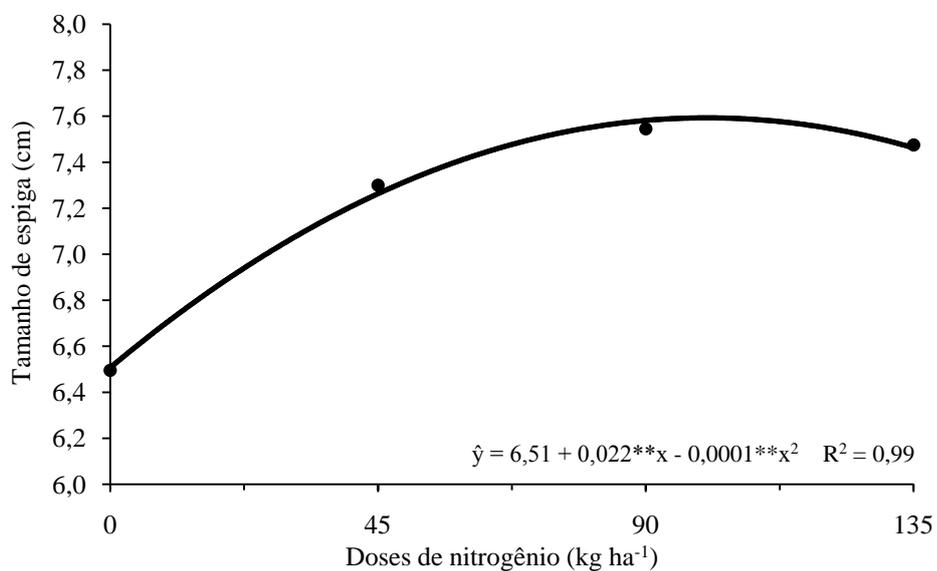


FIGURA 6. Tamanho da espiga de trigo (cm), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade).

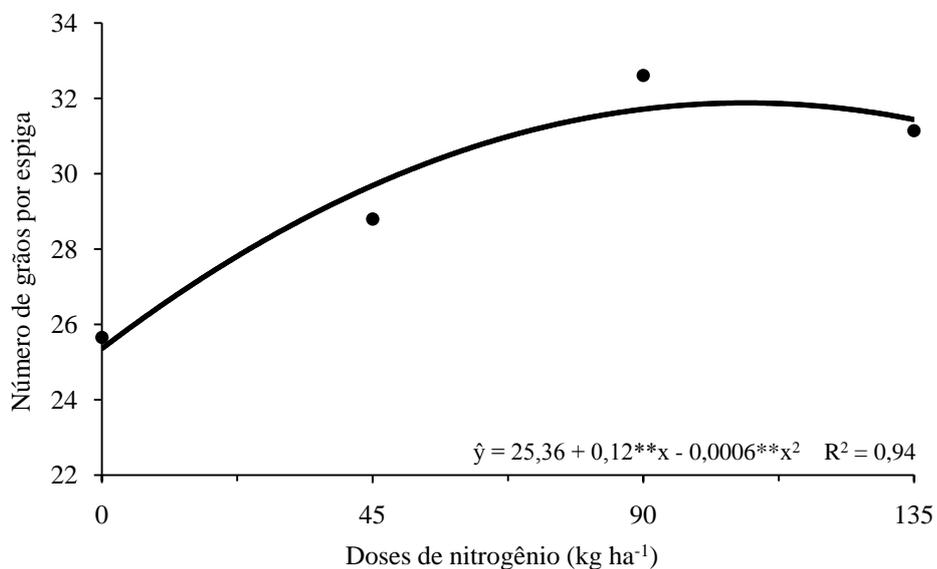


FIGURA 7. Número de grãos por espiga de trigo, em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade).

Os valores de massa de mil grãos nas plantas de trigo cultivadas após ervilhaca peluda, crotalária e labe labe não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores aos observados no trigo após o cultivo de mucuna anã e após o pousio (Quadro 6). Observou-se tendência de resposta quadrática desta propriedade em função das doses de nitrogênio em cobertura, com o ponto de máxima da curva (36,5 g por mil grãos) na dose de 79,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Estes resultados corroboram com os obtidos por Teixeira Filho et al. (2007), que encontraram efeito significativo de diferentes doses de nitrogênio em cobertura na massa de cem grãos do trigo, e diferem dos resultados relatados por Braz et al. (2006), que não observaram diferença estatística na massa de mil grãos do trigo cultivado em sistema de plantio direto em sucessão a diferentes culturas de cobertura. A massa de grãos possui grande influência na produtividade do trigo em condições que resultam num baixo número de perfilhos m⁻², do mesmo modo que em situações de altas densidades, o número de espigas m⁻² é o componente de produção mais importante (OKUYAMA, 2004).

QUADRO 6. Valores de F e valores médios de massa de mil grãos (g), peso hectolitro (kg hL⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹) da cultura do trigo, em função dos adubos verdes. Dourados - MS, 2008

	Massa de mil grãos (g)	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
F blocos	1,1 ^{ns}	2,36 ^{ns}	1,1 ^{ns}
F adubos verdes	16,8 ^{**}	14,5 ^{**}	16,1 ^{**}
F doses de N	7,8 ^{**}	17,5 ^{**}	163,3 ^{**}
F interação	1,5 ^{ns}	1,96 ^{ns}	4,5 ^{**}
Ervilhaca	36,6 a	78,8 a	-
Crotalária	36,1 a	77,9 a	-
Mucuna anã	34,3 b	75,8 b	-
Labe labe	35,9 a	76,2 b	-
Pousio	34,1 b	74,8 b	-
DMS	1,2	1,7	-
CV (%)	3,1	2,5	8,0

** significativo a 1% de probabilidade. ^{ns} não significativo. Médias seguidas por letras diferentes em uma mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de peso hectolitro do trigo foram mensurados quando o mesmo foi cultivado após a ervilhaca peluda e à crotalária (Quadro 6). O ajuste da equação quadrática para as doses de nitrogênio em cobertura (Figura 9) permite determinar o ponto de máxima resposta (78,0 kg hL⁻¹) na dose de 94,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Observou-se também correlação significativa (0,53) entre peso hectolitro e produtividade (Quadro 4). O peso hectolitro é utilizado na classificação e comercialização do trigo, estando relacionado à uniformidade, forma, densidade e tamanho do grão, ao conteúdo de matérias estranhas e aos grãos quebrados da amostra. Assim sendo, quanto maior o peso hectolitro, maior o rendimento de farinha e, portanto, maior a qualidade do produto. Estes resultados ratificam os encontrados por Santos et al. (2006), que observaram que a rotação de culturas do trigo com leguminosas promove ganhos significativos no peso hectolitro.

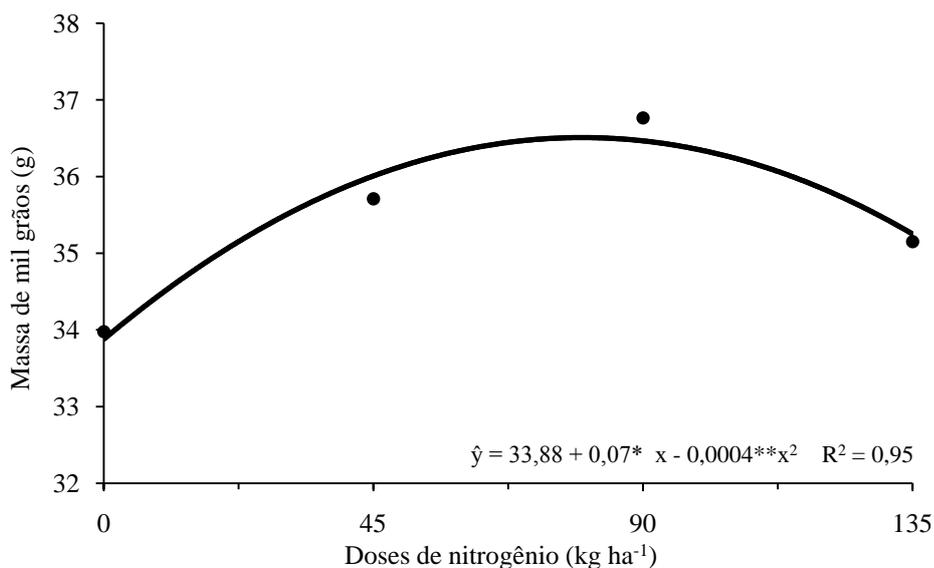


FIGURA 8. Massa de mil grãos (g), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (* significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade).

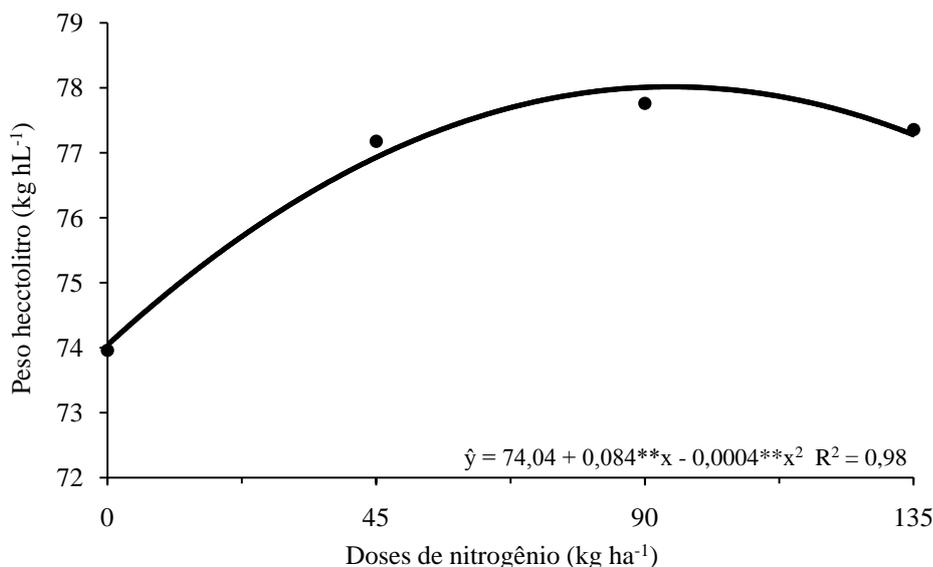


FIGURA 9. Peso hectolitro (kg hL⁻¹), em função das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade).

Observou-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) da interação entre adubos verdes e doses de nitrogênio em adubação de cobertura na produtividade do trigo (Quadro 6). Na análise de regressão, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo que as plantas de trigo cultivadas após a ervilhaca peluda apresentaram maior produtividade na maior parte das doses de nitrogênio em adubação de cobertura (Figura 10). Efeitos significativos de diferentes doses de nitrogênio em adubação de cobertura na produtividade da cultura do trigo também foram encontrados por Da Ros et al. (2003) e Teixeira Filho et al. (2007). A média geral de produtividade do experimento foi 1.831 kg ha⁻¹, próxima aos 1.800 kg ha⁻¹ estimados por Richetti (2008) para a produtividade de trigo em Dourados - MS no ano de 2008.

Em geral, a produtividade do trigo foi superior nos tratamentos em que o mesmo foi cultivado após as leguminosas, se comparado com o resultado das plantas cultivadas após o pousio. Estes resultados corroboram com os relatados por Braz et al. (2006), que observam que, para uma mesma produtividade do trigo, a necessidade de nitrogênio é menor quando o mesmo é cultivado após leguminosas. Amado et al. (2000) e Aita et al. (2001) também encontraram repostas semelhantes na cultura do milho, em que a ervilhaca peluda foi a cultura de cobertura que proporcionou as melhores produtividades dentre as coberturas estudadas, devido à sincronia entre liberação de nitrogênio pelos seus resíduos e a demanda de nitrogênio pelo milho.

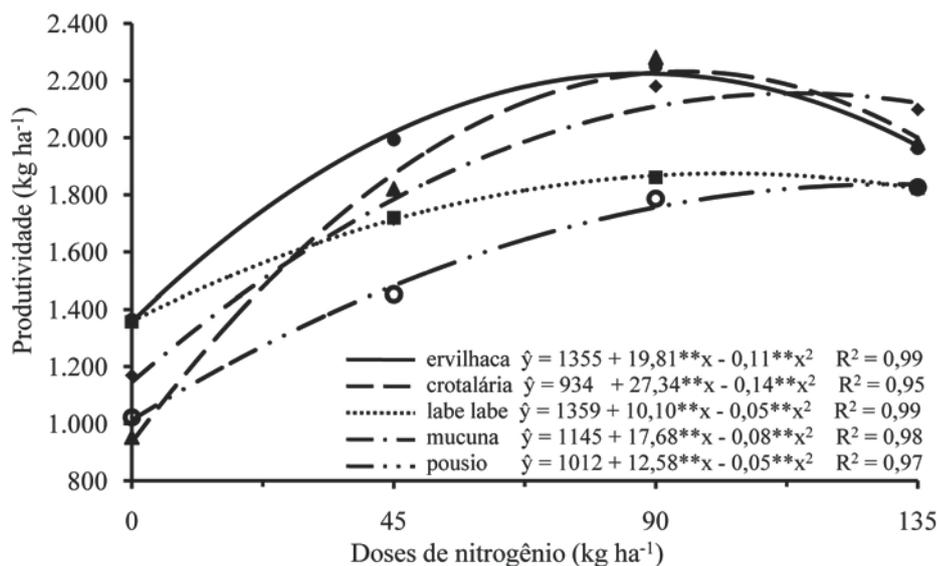


FIGURA 10. Produtividade da cultura do trigo (kg ha^{-1}), em função dos adubos verdes e das doses de nitrogênio em cobertura. Dourados - MS, 2008. (** significativo a 1% de probabilidade).

O maior acréscimo de produtividade ocasionado pela aplicação de nitrogênio mineral foi observado nos tratamentos com crotalária, assim como a maior produtividade do experimento (2.231 kg ha^{-1}), estimada na dose de 95 kg ha^{-1} de nitrogênio em adubação de cobertura. Respostas semelhantes foram relatadas por Araújo et al. (2005), que observaram alta mineralização do nitrogênio nos tratamentos com fertilização conjugada (uréia + crotalária), e concluíram que este aumento na mineralização foi devido à disponibilidade de nitrogênio no solo, proporcionando o estreitamento da relação C/N da crotalária, favorecendo a microbiota na decomposição da matéria orgânica do solo. Além disso, o nitrogênio liberado neste processo é mais estável, reduzindo as perdas do nutriente por lixiviação ou volatilização (MURAOKA et al., 2002).

Os teores de matéria orgânica também podem ter contribuído para o fornecimento de nitrogênio para a cultura do trigo, uma vez que a matéria orgânica do solo é a principal fonte de nitrogênio nos sistemas onde não há adubação nitrogenada; assim sendo, teores elevados devem ser levados em conta como fonte do nutriente (WIETHÖLTER, 2001). Ressalta-se que, embora se tenha observado efeito do cultivo de crotalária já na safra imediatamente seguinte, em trabalho realizado por Araújo et al. (2005), apenas 14% do nitrogênio da crotalária foi recuperado nas plantas de trigo, independentemente da aplicação ou não de uréia. Segundo estes autores, cerca de 80%

do nitrogênio da crotalária permaneceu no solo por causa da lenta mineralização do nitrogênio desta leguminosa, podendo ser aproveitado por outras culturas sucessoras.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o experimento foi desenvolvido, pode-se concluir que o cultivo de leguminosas antecedendo a semeadura do trigo promove acréscimos na produtividade da cultura, que as maiores produtividades de trigo são obtidas quando a cultura é semeada em sucessão à ervilhaca peluda e à crotalária e que a resposta do trigo a aplicação de nitrogênio mineral difere em função da cultura antecessora.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C.O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P.S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afixos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 377-383, 2002.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189, 2000.

ARAÚJO, A.F.; 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, n. 2, p. 284-289, 2005.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; RIZZARDI, M.A.; BARUFFI, M.J.; BEHEREGARAY NETO, V. Manejo do nitrogênio no milho em semeadura direta em sucessão a espécies de cobertura de solo no inverno e em dois locais. I – Efeito sobre a absorção de N. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 577-586, 1999.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.

CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale submetidos à adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 741-750, 2008.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.) **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p. (Documentos, 1).

DA ROS, C.O.; SALET, R.L.; PORN, R.L.; MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, 2003.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; LIMA, O.S.; CANDATEN, A.A. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.

FNP. **AGRIANUAL - Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & AgroInformativos, 2008. 520 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p.115-230.

MARTINS, R.M.G.; ROSA JÚNIOR, E.J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 225-232, 2005.

MURAOKA, T.; AMBROSANO, J.E.; ZAPATA, F.; BORTOLETO, N.; TRIVELIN, P.C.O.; BOARETTO, A.E.; SCIVITTARO, W.B.; MARTINS, A.M.L. Eficiência de abonos verdes (*Crotalaria* y *Mucuna*) y urea, aplicados solos o juntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz. **Terra**, Chapingo, v. 20, p. 17-23, 2002.

OKUYAMA, L.A.; FEDERIZZI, L.C.; BARBOSA NETO, J.F. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1701-1708, 2004.

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: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico 100).

RICHETTI, A. **Estimativa do Custo de Produção de Trigo, Safra 2007, na Região Sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa/CPAO, 2008 (Comunicado Técnico 141).

SANGOI, L.; BERNS, A.C.; ALMEIDA, M.L.; ZANIN, C.G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B.; SPERA, S.T.; ÁVILA, A. Efeito de práticas culturais sobre o rendimento e outras características agronômicas de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 669-677, 2006.

SCHEEREN, P.L.; CUNHA, G.R.; QUADROS, F.J.S.; MARTINS, L.F. **Efeito do frio em trigo**. Passo Fundo: Embrapa, 2000. (Comunicado Técnico 57)

SILVA, D.A.; SOUZA, L.C.F. Análise econômica de sucessões de culturas para o milho, com níveis de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 2, p. 256-262, 2007.

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

SILVA, F.A.S.E.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, J.R. Produção de Trigo em 2008. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, Campinas, v.3, n. 4, p.12-13, 2008.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R.C.F.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 421-425, 2007.

WIETHÖLTER, S. Nitrogênio no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 58, p. 38-42, 2001.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.