

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE UM SOLO SOB CULTIVO DE ADUBOS VERDES DO NORTE DE MINAS GERAIS

RÔMULO FREDSON DUARTE¹, RAFAEL VASCONCELOS VALADARES²; HUMBERTO PEREIRA DA SILVA³, JOÃO PAULO CARNEIRO², LUIZ ARNALDO FERNANDES⁴, REGYNALDO ARRUDA SAMPAIO⁵

RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar os atributos químicos de um solo cultivado com adubos verdes no Norte de Minas Gerais. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições e as seguintes coberturas de solo: vegetação espontânea (testemunha); crotalária comum (*Crotalaria juncea* L.); guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millisp.); mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland); mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* L.); mucuna-anã (*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr.); lab-lab (*Lablab purpureus* L. Sweet); feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C); caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) e coquetel (crotalária, feijão-de-porco, guandu, mucunas, lab-lab e caupi). Foram avaliados os níveis de fertilidade nas linhas e entrelinhas das plantas na camada 0-20 cm aos 125 dias após semeadura dos adubos verdes (DAS). A manutenção da cobertura do solo, na forma de pousio (com ou sem leguminosas), contribui para a manutenção da matéria orgânica, além de disponibilizar nutrientes, como K e Mg. Em lavouras no Norte de Minas Gerais, a utilização de leguminosas em áreas de pousio em propriedades de agricultores familiares pode ser uma das estratégias para a manutenção e a melhoria das características químicas do solo.

Palavras-chaves: Mucuna-cinza, Cobertura do solo, Pousio, Agricultor Familiar

INTRODUÇÃO

A realização de práticas de manejo e de conservação, como o emprego de plantas de cobertura é relevante para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos (ESPÍNDOLA et al., 1997; ANDRADE et al., 2009). Dessa forma, torna-se como medida importante acompanhar o progresso de variadas plantas no solo, a fim de trazer efeitos benéficos para a produção de alimentos representados pela agricultura familiar.

A adição de resíduos vegetais como adubos verdes propicia melhor aproveitamento de adubos químicos e a redução nos custos com adubação mineral, uma vez que promove aumento da atividade biológica do solo (HERNANI et al., 1995; STOPES et al., 1996), por meio do melhor aproveitamento do processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (N₂), via simbiose entre diversas leguminosas e bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* (VARGAS, et al., 2004) e gramíneas, o que é extremamente interessante ao agricultor familiar. Nessa perspectiva, considerando-se a importância das leguminosas para a melhoria e a contribuição dos cultivos, principalmente aqueles onde há grande abrangência da agricultura familiar, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes adubos verdes nas melhorias dos atributos químicos do solo nas condições do Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados coletados

O experimento foi realizado em uma área rural na propriedade de um agricultor familiar, na Comunidade Planalto – município de Montes Claros, localizada às margens da BR 135, no km 25, sentido Montes Claros – Belo Horizonte, latitude 16°54'6" S e longitude 43°52'32" W, altitude de 978 metros, no período de abril a novembro de 2009. O solo da região é classificado como Cambissolo

¹ Mestre em Ciências Agrárias/Agroecologia, DPG/UFMG, agroromulo@yahoo.com.br

² Graduando em Agronomia, ICA/UFMG rafaelvvaladares@hotmail.com, j-paulo@agro.grad.ufmg.br

³ Mestrando em Fitotecnia, DAG/UFLA, humbertofu@yahoo.com.br

⁴ Professor Adjunto, ICA/UFMG, larnaldo@ufmg.br

⁵ Professor Adjunto, ICA/UFMG, rsampaio@ufmg.br

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Háplico. Os resultados das análises físicas e químicas na camada 0 – 20 cm de profundidade do solo antes do experimento (EMBRAPA, 1997) estão na tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Análise química e física do solo na área antes de realização do experimento

pH	M.O (H ₂ O)	Pmelich mg dm ⁻¹	K cmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	Al cmol _c dm ⁻³	H+Al	SB	T	V (%)
6,1	29,3	40,6	0,11	3,0	0,8	0,0	1,41	3,91	5,31	74

Areia grossa (g kg ⁻¹)	areia fina (g kg ⁻¹)	silte (g kg ⁻¹)	argila (g kg ⁻¹)
111	669	80	140

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo Aw. A Figura 1 ilustra os dados climatológicos de temperatura máxima e mínima e precipitação, referentes ao período de condução do experimento.

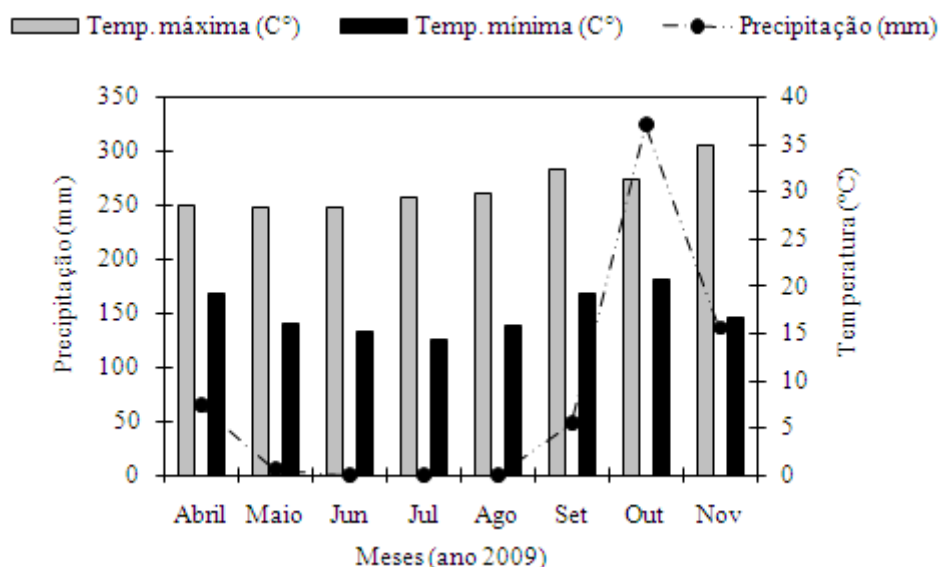


Figura 1- Temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação pluvial mensal no período de abril a outubro de 2009 em Montes Claros, MG (Fonte: 5° DINMET – Montes Claros – MG).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, com dez tratamentos e 3 repetições. Os adubos verdes usados foram: vegetação espontânea (testemunha); crotalária (*Crotalaria juncea* L.); guandu (*Cajanus cajan* (L) Millisp.); mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland); mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* L.); mucuna-anã (*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr.); lab-lab (*Lablab purpureus* L. Sweet); feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C); caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) e coquetel (crotalária, feijão-de-porco, guandu, mucunas, lab-lab e caupi). Com relação ao tratamento com a vegetação espontânea, foi realizada uma caracterização da área para verificar as espécies mais frequentes na área que porventura futuramente serão úteis como comparativo para avaliar o comportamento dos adubos verdes. Para isso, utilizou-se uma moldura de madeira de 50 x 50 cm onde a mesma foi lançada aleatoriamente na parcela com vegetação espontânea. As mais frequentes foram: *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc, *Bidens pilosa* L., *Crotalaria incana* L., *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby, *Sida* spp., *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Acanthospermum hispidum* DC., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Commelina diffusa* Burm. f. e *Blainvillea rhomboidea* Cass.

As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 2 m de comprimento, espaçadas em 1 m, totalizando 8 m². Utilizou-se densidade de semeadura, conforme recomendações para cada espécie (CALEGARI et al., 1993). A área útil para a amostragem foi representada pelas duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

O solo foi preparado para o plantio em 14/04/2009, por meio de aração e de gradagem leve e não recebeu nenhum tipo de correção da acidez e adubação. Até o verão de 2009, a área vinha sendo cultivada no sistema de rotação de culturas, por meio do plantio de culturas anuais no verão e algumas hortaliças, como a vagem, a berinjela e o quiabo no inverno ou quando a colheita dessas plantas coincidia com a época de maior preço no mercado, ou seja, quando era mais vantajoso economicamente para o produtor rural escolher essa época de plantio. O preparo realizado era convencional, constando de operações de aração e gradagem para as culturas de verão; gradagem para culturas de inverno, realizadas com trator de porte médio. É comum, para conduzir a lavoura, o produtor fazer o uso da adubação mineral no plantio para todas as culturas e, em cobertura, somente para as hortaliças, além de realizar o controle de eventuais pragas e doenças específicas de cada cultura.

No experimento, por ocasião da semeadura, realizada em sulcos, bactérias do gênero *Rhizobium* da coleção da Embrapa Agrobiologia, específicas para cada espécie, foram inoculadas nas sementes de crotalária, guandu, mucunas, lab-lab, feijão-de-porco e caupi.

As sementes de todos os adubos verdes utilizados no experimento não receberam nenhum tipo de tratamento para superar a impermeabilidade do tegumento. Não houve nenhuma prática cultural durante o experimento, porém foi realizada uma limpeza nas linhas de plantio após a emergência dos adubos verdes para a retirada das plantas espontâneas. O experimento foi irrigado apenas no período inicial de estabelecimento das plantas, quando não houve nenhum registro de chuvas.

Aos 125 dias após a semeadura dos adubos verdes, no dia 17/08/09, ou seja, quando as plantas estavam recém-cortadas (12/08/09) e deixadas sobre o solo, foram coletadas amostras de solo nas linhas (L) e nas entrelinhas dos adubos verdes (EL), na camada de 0 – 20 cm de profundidade. Foi avaliado o pH em água, o fósforo Mehlich (P_{mel}), o fósforo remanescente (P_{rem}), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o alumínio (Al), a acidez potencial (H+Al), a soma de bases (SB), a CTC a pH 7 (T), a saturação por bases (V%) e matéria orgânica (MO) (EMBRAPA, 1997). Na ocasião da análise, foi acrescentado mais um tratamento na análise de variância, ou seja, o resultado da análise química do solo retirado antes da instalação do experimento foi utilizado para fins de comparação com o solo que continha as plantas de cobertura.

Análise estatística

Os dados obtidos referentes à análise química do solo nas entrelinhas e linhas das plantas de cobertura e análise química do solo antes do experimento, na camada 0 - 20 cm de profundidade foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste Scott - Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise química do solo nas entrelinhas das plantas de cobertura do solo na camada 0 - 20 cm de profundidade, houve diferença significativa entre os tratamentos para o variável fósforo remanescente (P_{rem}), K e Mg trocáveis (Tabela 2). O P_{rem} (44,3 mg kg⁻¹), na avaliação do solo realizada antes do experimento, foi superior (p < 0,05) aos demais tratamentos. Com relação ao teor de K, esse foi maior nos solos sob guandu (76 mg kg⁻¹) e caupi (74 mg kg⁻¹), comparado com os demais tratamentos. Já as concentrações de Mg foram maiores no solo que continha a mucuna-cinza, mucuna-anã, lab-lab, feijão-de-porco e caupi (Tabela 2).

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 2. Características químicas do solo nas entrelinhas dos adubos verdes¹

Trat ²	pH ^{ns} (H ₂ O)	M.O ^{ns} g kg ⁻¹	P-rem mg dm ⁻³	PMel ^{ns} -----mg kg ⁻¹ -----	K ^{ns}	Ca ^{ns}	Mg ^{ns}	H+Al ^{ns} cmol _c dm ⁻³	SB ^{ns}	T ^{ns}	V ^{ns} (%)
VE	6,03	28,80	33,90 b	32,37	37,67 b	2,67	0,87 b	1,63	3,63	5,26	69,33
CROT	6,33	29,30	34,70 b	35,77	50,67 b	2,60	0,90 b	1,59	3,63	5,22	69,33
G	6,27	29,80	33,50 b	44,77	76,00 a	2,80	0,90 b	1,18	3,89	5,07	76,67
MP	6,20	27,43	34,70 b	29,07	37,00 b	2,77	1,00 a	1,37	3,86	5,23	73,33
MC	5,87	29,30	32,87 b	29,17	31,67 b	2,80	0,83 b	1,82	3,72	5,54	66,33
MA	6,03	25,93	35,10 b	26,63	36,00 b	2,60	1,00 a	1,55	3,69	5,25	70,00
LL	6,23	29,37	34,27 b	34,13	39,67 b	2,87	1,07 a	1,31	4,04	5,35	75,00
FP	5,97	28,80	33,90 b	31,33	54,00 b	2,40	1,03 a	1,53	3,57	5,10	70,00
CA	6,27	25,03	35,43 b	37,80	74,00 a	2,63	1,17 a	1,41	3,99	5,40	73,67
COQ	5,97	25,30	33,57 b	32,17	55,33 b	2,47	0,93 b	1,59	3,54	5,13	69,00
Antes	6,10	29,30	44,30 a	40,60	42,90 b	3,00	0,80 b	1,41	3,91	5,31	74,00
CV(%)	4,42	9,35	5,76	38,01	32,71	19,27	10,90	22,47	15,04	8,75	9,09

Notas: ^{ns} Não significativo; ¹ médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott – Knott, a 5% de probabilidade. ² VE: vegetação espontânea; CROT: crotalária; G: guandu; MP: mucuna-preta; MC: mucuna-cinza; MA: mucuna-anã; LL: lab-lab; FP: feijão-de-porco; CA: caupi e COQ: coquetel; Antes: corresponde à análise do solo antes da implantação do experimento.

Ao observar a época de implantação do experimento (quando foi realizada a análise do solo “antes”) em relação à época de coleta da amostra de solo, correspondente aos demais tratamentos (adubos verdes), destaca-se a ocorrência de alguns processos, como variações de temperatura e precipitação (Figura 1), além de possíveis alterações promovidas por microrganismos, que são frequentes nos solos e podem ter interferido na disponibilidade de nutrientes no solo, como o K e o Mg (Tabela 2). O P-rem, sendo menor ($p < 0,05$) nos tratamentos com adubos verdes (Tabelas 2 e 3), mostrou que as plantas de cobertura utilizadas podem retirar esse nutriente do solo. Ademais, as leguminosas dependem do P no solo para o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (altamente exigente em energia na forma de ATP), proporcionado pelos fungos micorrízicos arbusculares (JESUS et al., 2005), o que, possivelmente, pode ter levado ao menor fósforo disponível, no solo que continha os adubos verdes.

Tabela 3. Características químicas do solo nas linhas dos adubos verdes¹

Trat ²	pH ^{ns} (H ₂ O)	M.O ^{ns} g kg ⁻¹	P-rem mg dm ⁻³	PMel ^{ns} -----mg kg ⁻¹ -----	K ^{ns}	Ca ^{ns}	Mg ^{ns}	H+Al ^{ns} cmol _c dm ⁻³	SB ^{ns}	T ^{ns}	V ^{ns} (%)
VE	6,30	28,80	33,17 b	35,00	37,67	2,90	1,03	1,54	4,03	5,57	72,00
CROT	5,80	27,87	30,60 b	24,33	42,00	2,50	0,83	1,72	3,44	5,16	66,67
G	5,93	26,93	32,43 b	31,43	53,67	2,40	0,87	1,52	3,41	4,92	69,00
MP	6,20	27,43	34,70 b	29,07	37,00	2,77	1,00	1,37	3,86	5,23	73,33
MC	5,90	26,43	33,70 b	17,70	28,00	2,57	1,20	1,83	3,84	5,67	67,00
MA	5,90	27,33	34,37 b	17,73	34,00	2,50	0,93	1,47	3,52	5,00	70,67
LL	5,80	27,87	34,40 b	21,57	31,33	2,37	0,83	1,57	3,28	4,85	67,67
FP	5,83	29,30	35,10 b	22,57	35,00	2,57	0,83	1,83	3,49	5,32	64,67
CA	6,10	24,63	34,27 b	30,60	66,33	2,67	0,93	1,16	3,77	4,93	76,00
COQ	6,13	23,33	35,10 b	24,00	42,00	2,47	1,10	1,44	3,68	5,12	71,67
Antes	6,10	29,30	44,30 a	40,60	42,50	3,00	0,80	1,41	3,91	5,31	74,00
CV(%)	5,36	8,36	6,77	46,22	39,00	19,52	23,37	21,28	17,52	10,71	9,53

Notas: ^{ns} Não significativo; ¹ médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott – Knott, a 5% de probabilidade. ² VE: vegetação espontânea; CROT: crotalária; G: guandu; MP: mucuna-preta; MC: mucuna-cinza; MA: mucuna-anã; LL: lab-lab; FP: feijão-de-porco; CA: caupi e COQ: coquetel; Antes: corresponde à análise do solo antes da implantação do experimento.

Já com relação ao potássio (Tabela 2), pode-se inferir que os adubos verdes guandu e caupi poderão ser espécies eficientes em disponibilizar K em cultivos subsequentes, uma vez que foi encontrado maior teor de K trocável no solo. Na ocasião do corte dos adubos verdes, observou-se senescência natural de folhas em alguns adubos verdes, principalmente o caupi, que se encontrava totalmente seco no campo. Dessa forma, isso pode ter contribuído para a liberação mais rápida de nutrientes no solo, como o K (Tabela 2). Maior K encontrado, no solo com guandu, possivelmente é devido a essa planta possuir sua raiz principal profunda, o que lhe permite, por meio de suas raízes,

fazer a reciclagem desse nutriente lixiviado de camadas mais profundas para camadas mais superficiais do solo. Essa capacidade de o sistema radicular do guandu crescer até grandes profundidades faz com que ela também seja utilizada em solos com algum grau de compactação (REINERT et al., 2008). Já Moreira et al. (2007) também observaram eficiência em algumas dessas espécies em disponibilizar K ao solo, em um sistema de produção orgânica de grãos. Ao manejarem a biomassa de adubos verdes na recuperação da fertilidade de um solo degradado, de forma não incorporada ao solo, passados 90 dias, Alcântara et al. (2000) encontraram valores inferiores aos deste experimento em todas as profundidades amostradas.

Também houve diferença significativa entre os tratamentos para P-rem, sendo maior ($p < 0,05$) na análise do solo antes do experimento (Tabela 3). O fósforo remanescente é destinado a avaliar a capacidade de fixação de P no solo, onde, quanto maior o seu valor, menor é a fixação de P no solo. Assim, o efeito do P-rem encontrado na análise de solo antes do experimento reforça a hipótese de que a matéria orgânica ou o resíduo orgânico é um dos fatores responsáveis pela variação da adsorção de fósforo nos solos, ou seja, geralmente o aumento dos valores de P-rem diminui a fixação de P pelo solo, devido ao bloqueio dos sítios de fixação de P pelos óxidos de ferro e alumínio (ANDRADE et al., 2002).

Já a ausência do efeito da cobertura, nos demais atributos químicos do solo (Tabelas 2 e 3) era muito provável, uma vez que, no momento da análise do solo, passaram-se apenas alguns dias após o corte dos adubos verdes, não havendo matéria orgânica no solo considerável a ponto de sofrer mineralização e liberar nutrientes. Alcântara et al. (2000) admitem que os efeitos promovidos pela adubação verde nas propriedades químicas do solo são bastante variáveis, dependendo de fatores, como a espécie utilizada, o manejo do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, as condições locais e a interação entre esses fatores.

CONCLUSÃO

A manutenção da cobertura do solo na forma de pousio, com ou sem leguminosas, contribui para a manutenção da matéria orgânica do solo, além de disponibilizar K e Mg. Sendo assim, é considerada uma prática importante para a melhoria dos atributos químicos do solo a cultivos posteriores.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ANDRADE, A. T.; FERNANDES, L. A.; FAQUIN, V. Organic residue, limestone, gypsum and phosphorus adsorption by lowland soils. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 349-355, 2002.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.411-418, 2009.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20 p. (Série Documentos).

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C.; PITOL, C.; SANTON, J. C. **Aduos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93p.

JESUS, E. C.; SCHIAVO, J. A.; FARIA, S. M. Dependência de micorrizas para a nodulação de leguminosas arbóreas tropicais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 545-552. Jul/Ago, 2005.

MOREIRA, J. A. A.; CARVALHO, M. T. M. Produtividade do milho e fertilidade do solo em sistemas de produção orgânica de grãos. *Resumos... V Congresso Brasileiro de Agroecologia*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, out., 2007.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.32, n.5, p. 1805-1816, sept/oct. 2008.

STOPES, C.; MILLINGTON, S; WOODWARD, L. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure and the yield of a following wheat crop in an organic production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 57, p. 189-196, 1996.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. C.; CARVALHO, A. M.; LOBO-BURLE, M.; HUNGRIA, M. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. p. 97-128.