

Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica

Maria Fabiana de Brito¹, Bruno Patrício Tsujigushi², Daniel Passareli da Rocha³, Rogério Ferreira da Silva⁴

¹Centro Paranaense de Referência em Agroecologia-CPRA, Estrada da Graciosa, 6960, Parque das Nascentes, Pinhais, PR.

²Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná-UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR.

³Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural-AGRAER, Rua Uruguaiana, 1422, Anaurilândia, MS.

⁴Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-UEMS, Rua Rogério Luis Rodrigues, s/n, Glória de Dourados, MS.

Email autor correspondente: mfabiana.agroeco@gmail.com

Artigo enviado em 24/03/2017, aceito em 17/08/2017.

Resumo: A utilização da adubação verde para estabelecer a diversidade e o equilíbrio do sistema de produção é um dos paradigmas da agricultura sustentável. O presente trabalho objetivou avaliar a reciclagem de macronutrientes em diferentes espécies utilizadas como adubação verde e seu efeito no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho em sucessão, em um sistema de produção em transição agroecológica, no Cerrado Sul-Matogrossense. O experimento foi implantado no campo experimental da UEMS, município de Glória de Dourados, MS, em solo classificado como Argissolo Vermelho, textura arenosa. Os tratamentos avaliados foram: feijão-de-porco, crotalária, mucuna-preta, guandu-anão e milho, além de uma área de pousio. Conclui-se que a crotalária é uma espécie eficiente para obtenção de rendimentos elevados de fitomassa, além de favorecer o incremento de N, Mg e S aos sistemas de produção. O feijão-de-porco favoreceu a maior produtividade do milho, tornando-se uma espécie com grande potencial para ser utilizada como adubo verde na região de estudo.

Palavras-chave: *Zea mays*, fertilidade do solo, plantas de cobertura, agricultura agroecológica.

Recycling of nutrients from green manure and yield of maize in succession in an agroecosystem in agroecological transition

Abstract: The use of green manuring to establish the diversity and balance of the production system is one of the paradigms of sustainable agriculture. This study aimed to evaluate the recycling of macronutrients of different species used as green manure and its effect on the development and productivity of maize crop in succession, in an agroecological transition system in the Cerrado of Mato Grosso do Sul, Brasil. The experiment was established in the UEMS experimental field, municipality of Glória de Dourados, MS, in a soil classified as Acrisol, sandy texture. The treatments were: jack bean, san hamp, velvet bean, pigeon pea dwarf and millet and a resting area. We conclude that the san hamp is an efficient species for obtaining high production of biomass, in addition to favoring the increase of N, Mg and S and production systems. The use of jack bean influenced the higher corn yields, making it a species with great potential to be used as green manure in the study region.

Key-words: *Zea mays*, soil fertility, cover crops, agroecological agriculture.

Introdução

Uma das práticas conservacionistas capazes de promover a sustentabilidade dos solos agrícolas é a adubação verde. Este princípio baseia-se no uso de plantas em sucessão ou em consórcio com culturas de interesse econômico (Calegari, 1993). Os restos vegetais destes cultivos sobre o solo promovem um aumento considerável no aporte de fitomassa e a ciclagem de nutrientes – uma vez que estas plantas os absorvem de camadas sub-superficiais e os liberam na superfície após sua decomposição (Duda et al., 2003; Gama-Rodrigues et al., 2007). Além de proporcionar ao solo uma proteção direta contra a ação de agentes erosivos,

também melhoram a estrutura física e otimizam a diversificação da comunidade biológica do solo (Leite et al., 2010).

As leguminosas (*Fabaceae*) são as espécies mais eficazes para fins de adubação verde: apresentam alta rusticidade e elevada produção de fitomassa – além de serem ricas em P, K e Ca e contarem com sistema radicular ramificado e profundo, possuindo a capacidade fixar biologicamente o N₂ atmosférico (Costa, 1993; Silva e Menezes, 2007). Tais características tornam estas espécies capazes de suprir parcial ou totalmente o N necessário às culturas subsequentes, proporcionando uma redução dos custos de produção e menor impacto ambiental (Silva et al., 2006;

Almeida et al., 2007). Entretanto, outras espécies também são utilizadas para adubação verde, por apresentarem características desejáveis em determinados sistemas de produção. São exemplos as espécies da família das *Poaceae*, cuja principal finalidade é demanutenção da cobertura do solo (Amabile e Carvalho, 2006).

O milho é um dos principais produtos do setor agrícola brasileiro. Dada sua versatilidade de uso, ele pode ser utilizado desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia. Sua importância está relacionada também à questão social, uma vez que grande parte dos agricultores familiares dependem deste cultivo para sua subsistência (Cruz et al., 2006). Nestas unidades familiares porém, a produtividade costuma ser baixa e irregular, em decorrência, principalmente da baixa fertilidade do solo (Coelho e França, 1995).

Estudos realizados em diferentes regiões do país têm demonstrado o efeito positivo dos adubos verdes, no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho cultivado em sucessão (Santos et al., 2010; Lázaro et al., 2013; Padovan et al., 2013). No entanto, conhecer o comportamento das espécies de cobertura a serem utilizadas é fundamental para o sucesso do sistema produtivo, visto que seu desempenho pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas de cada região.

Assim, a identificação de espécies adaptadas para a região de Cerrado, bem como o conhecimento da capacidade de reciclagem de nutrientes, é de extrema importância para a consolidação de agroecossistemas sustentáveis. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reciclagem de macronutrientes de diferentes espécies utilizadas como adubação verde – buscando entender os efeitos desta técnica no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho em sucessão, em um sistema de produção em transição agroecológica, no Cerrado Sul-Matogrossense.

Material e Métodos

O experimento foi conduzindo no Campo Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), no município de Glória de Dourados (MS), (22°22'S e 54°30'W, a 400 m de altitude), em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO, de textura arenosa, com as seguintes características químicas: profundidade 0,00 a 0,10m: pH (água)= 5,6; P = 3,7 mg dm⁻³; k = 0,14 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,9 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,4 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,5 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 10,4 g kg⁻¹; profundidade 0,10 a 0,20m: pH (água)= 5,2; P = 2,2 mg dm⁻³; k = 0,08 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,5 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,2 cmol_c dm⁻³; Al = 0,3 cmol_c dm⁻³; H+Al = 3,1 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 9,05 g kg⁻¹. O clima de ocorrência, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com estação quente

e chuvosa no verão e moderadamente seca no inverno.

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco espécies de plantas utilizadas como adubo verde: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); crotalária (*Crotalaria juncea*); mucuna-preta (*Stylozobium aterrimum*); guandu-anão (*Cajanus cajan*), e milheto (*Pennisetum glaucum*), além de uma área de pousio (vegetação expontânea), totalizando 24 parcelas.

Antes do início do trabalho, a área experimental estava sendo utilizada com pastagem de *Brachiaria brizantha* Stapf. Para implantação das espécies de adubo verde, foi necessário o preparo convencional do solo, envolvendo aração e gradagem – além da aplicação de 2 t ha⁻¹ de calcário com PRNT de 83%, incorporado ao solo através de uma gradagem.

A semeadura dos adubos verdes ocorreu no dia 10 de novembro de 2011, de forma manual, com a utilização de uma matraca, sendo o espaçamento e a densidade de semeadura de 0,5 m entrelinhas e 2 a 3 sementes/cova para a mucuna-preta e feijão-de-porco; 0,5 m entrelinhas e 5 sementes/cova para a crotalária e o guandu e 0,5 m entrelinhas e 20 sementes por metro para o milheto.

Aos 90 dias após a semeadura, em cada parcela experimental foi realizada de maneira aleatória a coleta da matéria fresca dos adubos verdes com o auxílio de

uma moldura de 0,5 m x 0,5 m. O material coletado foi seco em estufa, a 65°C, e quando atingiu massa constante, foi pesado e determinado a matéria seca da parte aérea (MSPA). Em seguida, essas amostras passaram por um processo de moagem, em moinho tipo Willey, para a determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), segundo a metodologia descrita por Malavolta (1997). O acúmulo de macronutrientes foi obtido pelo produto da massa seca pelo teor de nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura.

Após a avaliação de matéria seca, foi realizada a roçada das plantas de cobertura (10 de fevereiro de 2011), utilizando uma roçadeira manual. Aos 15 dias após a roçada, sob a palhada seca, procedeu-se à semeadura direta do milho, com exceção da área de pousio, onde a fitomassa presente no solo foi incorporada ao mesmo através de uma aração. Foi usada a variedade BR 106, com espaçamento 0,90 m entre linhas e seis sementes/metro linear.

Não foi realizado nenhum tipo de adubação de plantio ou cobertura na área com o objetivo de reproduzir o mais fielmente possível os agroecossistemas produtivos adotados pelos agricultores familiares da região e assim verificar o potencial dos adubos verdes em reciclar os nutrientes presentes no solo.

Durante a condução do experimento, foram realizadas duas capinas manuais para manter a cultura

livre de competição com plantas espontâneas e três pulverizações com óleo de Neem (*Azadiracta indica*) a 0,5%, no controle da lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*).

Para avaliação dos componentes de produção do milho, foram considerados dois metros das duas linhas centrais de cada parcela, sendo a área útil determinada de 3,6 m². As variáveis avaliadas foram: altura média das plantas aos 60 dias após a semeadura, altura de inserção de espiga aos 120 após a semeadura, comprimento de espiga, número de fileiras e de grãos por espiga e

produtividade, sendo os grãos pesados e corrigido para 13% de umidade.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software ASSISTAT versão 7.7, 2016.

Resultados e Discussão

Os resultados de MSPA e teores de nutrientes acumulados na parte aérea dos adubos verdes estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Produção de matéria seca (MSPA) e acúmulo de macronutrientes na parte aérea de adubos verdes de verão, aos 90 dias após o plantio, Glória de Dourados, MS. 2012

Sistemas	MSPA (Mg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
		-----(kg ha ⁻¹)-----					
FP	6,5 b	173,5 a	9,3 a	81,6 b	121,7 a	16,9 bc	9,2 ab
MP	4,7 b	93,5 b	5,6 a	36,3 c	58,0 bc	11,8 bc	4,8 b
GA	7,0 b	152,7 a	8,1 a	68,3 b	49,4 bc	11,6 c	6,5 ab
MI	7,5 b	71,9 b	8,5 a	144,3 a	36,0 c	19,4 b	7,9 ab
CJ	10,9 a	182,7 a	8,7 a	69,3 b	86,6 ab	33,7 a	9,8 a
CV (%)	32,77	11,39	19,96	14,95	13,31	18,59	25,8

Médias seguidas por letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Feijão-de-porco (FP), Mucuna-preta (MP), Guandu-anão (GA), Milheto (MI), e *Crotalaria juncea* (CJ).

As plantas de cobertura apresentaram diferenças significativas quanto à produção de matéria seca e teores de nutrientes acumulados. A crotalaria obteve maior produção de MSPA em relação às demais espécies avaliadas. Calegari et al. (1993) destaca a

Crotalaria juncea para alta produção de fitomassa e fixação de nitrogênio, além de seu potencial para controle de nematóides. Pereira et al. (2012), avaliando o potencial de produção de seis adubos verdes, dentre eles o guandu-anão, a mucuna-preta e o feijão-de-porco,

observaram também que a crotalária destacou-se em termos de produção de massa seca, chegando a 10,4 t ha⁻¹, valor este similar ao observado nesta pesquisa. A elevada produção de MSPA da crotalária destaca seu grande potencial em cultivo antecedendo a cultura do milho, sobretudo no incremento de matéria orgânica no solo e disponibilidade de N para a cultura.

Com relação ao acúmulo de nutrientes, a crotalária, o feijão-de-porco e o guandu-anão acumularam maiores quantidades de N em comparação a mucuna-preta e o milho, indicando o grande potencial de incorporação de N no solo dessas culturas. Barradas (2010) atribui o maior acúmulo de N nas leguminosas à capacidade dessas plantas de se associar mutuamente com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* e fixar biologicamente o N atmosférico. Os valores de N acumulados na crotalária, feijão-de-porco e guandu-anão foram superiores aos obtidos por Cavalcante et al. (2012) que obtiveram acúmulo de 65, 71 e 107,2 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, em solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico. No entanto, Teodoro et al. (2011) observaram acúmulo superior ao do presente trabalho para crotalária (514 kg ha⁻¹) e feijão-de-porco (335,6 kg ha⁻¹), em experimento conduzido sob um Latossolo Vermelho amarelo distrófico.

Não foram verificadas diferenças significativas entre as espécies avaliadas em relação ao acúmulo de P, que variou

de 5,6 a 9,3 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Quanto ao teor de K, a cultura do milho acumulou a maior quantidade (144,3 kg⁻¹), diferindo-se estatisticamente das demais espécies. Padovan et al. (2012) observou acúmulo médio de 140 a 190 kg⁻¹ de K no milho na avaliação realizada aos 90 dias após a emergência, em trabalho realizado em duas localidades no estado de Mato Grosso do Sul. Possivelmente, o maior acúmulo de K no milho ocorre devido às raízes das plantas monocotiledôneas (*Poaceae*) apresentarem baixa CTC, sendo mais eficientes na remoção de cátions monovalentes (K⁺) do solo em comparação as dicotiledôneas (*Fabaceae*) (Marschner, 1995; Malavolta, 1981).

O maior acúmulo de Ca foi verificado no feijão-de-porco, que se diferiu das outras espécies avaliadas, com exceção da crotalária. Almeida e Camara (2011) também observaram maior acúmulo de Ca no feijão-de-porco (117,9 kg ha⁻¹) em relação a mucuna-preta (45,9 kg ha⁻¹) e feijão-guandu (42,9 kg ha⁻¹), corroborando com os dados dessa pesquisa. O mesmo não foi observado por Cavalcante et al. (2012) que verificou acúmulo de Ca similar para as culturas do feijão-de-porco (31,7 kg ha⁻¹), mucuna-preta (16,7 kg ha⁻¹), crotalária juncea (15,7 kg ha⁻¹) e guandu-anão (12,5 kg ha⁻¹). Em relação ao Mg, o maior acúmulo foi observado na crotalária, com 33,7 kg ha⁻¹, sendo esse valor 190% superior ao observado no guandu-anão. Burle et al. (2006) destacam a eficiência da crotalária na absorção e acúmulo de nutrientes,

sobretudo do magnésio. Quanto aos teores de S, os valores foram superiores na crotalária em comparação a mucuna-preta, no entanto similares aos valores observados nas demais espécies.

De modo geral, as quantidades de macronutrientes observadas foram bastante variadas de acordo com os dados encontrados na literatura. Segundo Teixeira et al. (2005), essa variabilidade pode estar diretamente relacionada com a fertilidade dos solos nos quais os trabalhos foram desenvolvidos, podendo-se inferir que a eficiência da reciclagem de nutrientes de espécies utilizadas como adubos verdes depende muito da fertilidade pré-existente no solo.

Em relação ao desempenho da

cultura do milho, verificou-se influência dos adubos verdes sobre os componentes de produção (Tabela 2). O milho cultivado em área de pousio apresentou maior altura das plantas, diferindo-se estatisticamente dos tratamentos com guandu-anão e milheto e assemelhando-se as demais espécies avaliadas, discordando dos dados observados por Padovan et al. (2013). Para as demais variáveis: altura de inserção de espiga, comprimento de espiga e número de grãos por espiga, não foram observadas influências significativas entre os tratamentos, corroborando com dados observados por Lázaro et al. (2013).

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), número de grãos por espiga (GE) e produtividade de grãos de milho (PG) cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes. Glória de Dourados, MS. 2012.

Tratamentos	AP	AIE	CE	GE	PG
	----- (cm) -----			Nº	kg ha ⁻¹
MI	111,6 b	50,9 a	8,5 a	204,8 a	1154,9 b
MP	129,5 ab	49,6 a	10,5 a	278,9 a	1740,3 ab
FP	122,9 ab	51,0 a	10,6 a	166,6 a	2156,6 a
GA	107,0 b	49,4 a	9,6 a	244,2 a	1771,4 ab
CJ	121,1 ab	51,5 a	9,4 a	234,2 a	1539,0 ab
PO	142,9 a	62,1 a	9,7 a	258,9 a	1848,5 ab
CV (%)	9,24	12,05	11,52	15,46	22,78

As médias seguidas pela mesma na coluna letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Milheto (MI), Mucuna preta (MP), Feijão-de-porco (FP), Guandu anão (GA), *Crotalária juncea* (CJ) PO (Pousio).

Quanto a produtividade do milho, houve diferença significativa entre os

tratamentos (Tabela 2). O milho cultivado em sucessão ao feijão-de-porco obteve a

maior produtividade: foi observado acréscimo de 87%, quando comparado ao milho. No entanto, não houve diferença em comparação aos demais sistemas de manejo. A maior produtividade do milho cultivado em sucessão a leguminosas possivelmente está relacionada à capacidade dessas espécies em fixar o nitrogênio atmosférico, através da relação simbiótica com bactérias diazotróficas, popularmente chamadas de rizóbios. Essas bactérias possuem um complexo enzimático denominado nitrogenase, capaz de reduzir o N_2 atmosférico a NH_3 , forma prontamente assimilável pelas plantas (Moreira e Siqueira, 2006; Mercante et al., 2014).

Na comparação de produtividade do milho entre os diferentes sistemas de manejo, verificou-se que sistema pousio proporcionou rendimento similar aos sistemas com adubação verde. Esse fato possivelmente está relacionado a melhor aeração do solo e desenvolvimento radicular do milho, proveniente do sistema de manejo convencional (Carvalho et al., 2004) ou pela rapidez com que os nutrientes presentes nas plantas espontâneas foram disponibilizados para cultura do milho, promovido pelo revolvimento e incorporação das mesmas no solo antes do plantio.

De modo geral, a produtividade do milho verificada no presente trabalho é inferior a observada na literatura em sistemas de produção similar ao adotado no presente trabalho, como verificado por

Padovan et al. (2013) com produção variando de 3,5 a 5,5 ton ha^{-1} . Tal fato pode estar relacionado a ausência de adubação na cultura do milho – química ou orgânica, e a baixa fertilidade pré existente na área, dada pela ausência de manejo na cultura anterior.

Deste modo, este trabalho permitiu evidenciar a capacidade dos adubos verdes em reciclar o conteúdo de nutrientes presentes no solo e disponibilizar para o milho, além de ressaltar a necessidade de realizar a correção da fertilidade inicial do solo e/ou realizar a adubação de cobertura, para que haja melhor utilização do potencial de reciclagem de nutrientes dos adubos verdes e, conseqüentemente, maior produtividade do milho em sucessão.

Conclusões

As espécies utilizadas como adubos verde são eficientes na produção de fitomassa e acúmulo nutrientes para região do Cerrado Sul-Matogrossense, com destaque para crotalária na produção de matéria seca e acúmulo de N, Mg e S e milho para acúmulo de K.

Os sistemas de manejo não afetam componentes de produção do milho, com exceção da altura de planta. O feijão-de-porco favoreceu a maior produtividade do milho, tornando-se uma espécie com grande potencial para ser utilizada como adubo verde na região de estudo.

Referências

- ALMEIDA, F. S.; LIMA, P. H. C.; WISNIEWSKI, C.; REISMANN, C. B.; SOUZA, R. M. A adubação verde como contribuição à produção familiar de milho e feijão no centro sul do Paraná, nos sistemas convencional e agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 934-937, 2007.
- ALMEIDA, K.; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M.; **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 369p.
- BARRADAS, C. A. A. **Uso da adubação verde**. Manual técnico, n. 25. Niterói, 10p. 2010.
- BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubos verdes. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 71-134. 2006.
- CALEGARI, A. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro, Pta/Fase, p.1-55, 1993.
- CARVALHO, M. A. C. et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.
- CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; COSTA, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p.521-528, 2012.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G. E. de. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1995. 9p.
- COSTA, M. B. B. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.
- CRUZ, J. C.; XONZEN, E. M.; FILHO, I. A. P.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I. DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Circular técnica n. 81. Sete Lagoas, MG, 2006.
- DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M. G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, v. 60, p. 139-147, 2003.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C.

Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região Noroeste Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. Ceres, 1981. 607p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 874p.

MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M. MENDES, I. C. REIS JÚNIOR, F. B.; ANDRADE, D. S. Fixação biológica de nitrogênio em

adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBOROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e práticas**. Brasília, v. 1, 2014. 507 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006, 726p.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. SÁ.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMÃO, G. B. Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pelo milho para fins de adubação verde em sistemas de produção sob bases ecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, n. 7, v. 1, p. 95-103, 2012.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMÃO, G. B.; RECALDE, K. M. G. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, n 8, v. 3, p 3-11, 2013.

PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D.; V. BRAGA, R. R.; CARVALHO, F. P. FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B. Fitomassa de adubos verdes e cobertura do solo na região do Alto Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 110-116, 2012.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. da; CARVALHO, M. A. C. de; CAIONE, G. Adubos verdes e

adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

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**, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006.

SILVA, T. O. DA; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da Batata com esterco e, ou, crotalaria juncea. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 51-61, 2007.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, C. J; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B. de; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. de; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 635-643, 2011.