

Produção de fitomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura em Argissolo Vermelho, com adição de vinhaça.

Maria Fabiana de Brito⁽¹⁾; Anderson de Souza Gallo⁽²⁾; Maicon Douglas Bispo de Souza⁽²⁾; Nathalia de França Guimarães⁽²⁾; Fábio Martins Mercante⁽³⁾ Rogério Ferreira da Silva⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Aquidauana, MS; mfabiana.agroeco@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante, Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Glória de Dourados, MS; andersondsgallo@yahoo.com.br; maicon15_douglas@hotmail.com; nathaliagui@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS; fabio.mercante@embrapa.br; Professor do Programa de Pós-Graduação "stricto sensu" em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Aquidauana; ⁽⁴⁾ Professor, Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Glória de Dourados, MS; rogerio@uemms.br.

RESUMO: A adoção práticas de manejo conservacionistas que preconizam a manutenção da cobertura do solo mostra-se como uma das estratégias eficazes para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de diferentes plantas de cobertura quanto à fitomassa e ao acúmulo de nutrientes em um Argissolo, com adição de vinhaça. O trabalho foi desenvolvido no campo experimental da UEMS, Município de Glória de Dourados, MS, em solo classificado como Argissolo Vermelho, textura arenosa. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco espécies de plantas utilizadas como adubos verdes: feijão-de-porco; crotalária juncea; mucuna-preta; guandu-anão e milheto. As plantas de cobertura se diferenciaram quanto à produção de fitomassa e aos teores de nutrientes acumulados. A crotalária juncea é uma espécie eficiente para obtenção de rendimentos elevados de fitomassa, além de favorecer maior aporte de N aos sistemas de produção. A adição de 12 m³ ha⁻¹ de vinhaça contribui significativamente para maior acúmulo de fitomassa e de nitrogênio na parte aérea das espécies avaliadas.

Termos de indexação: manejo de solo, ciclagem de nutrientes, leguminosas.

INTRODUÇÃO

A implantação de sistemas de manejo conservacionistas, que têm como princípio a manutenção de resíduos vegetais sobre o solo, tem-se destacado como uma das estratégias eficazes para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos. Estas plantas absorvem nutrientes das camadas

subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial, pela decomposição dos seus resíduos (Duda et al., 2003, Caires et al., 2006).

A utilização de espécies de cobertura para a formação de palha implica no conhecimento e definição das espécies, as quais devem apresentar uma produção de biomassa suficientemente e persistentes, para proteção física do solo, disponibilização de nutrientes e a atividade biológica do solo, sobretudo nos períodos de excesso ou escassez de água, resultando em benefícios para as culturas subsequentes (Nunes et al., 2006). Portanto, a determinação de espécies de cobertura do solo adaptadas para a região de Cerrado, aliada ao conhecimento de sua capacidade de estoque de nutrientes, é de extrema importância para se propor estratégias para agroecossistemas sustentáveis.

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de diferentes plantas de cobertura quanto à produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes, com adição de vinhaça, para as condições edafoclimáticas do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Município de Glória de Dourados, MS, num solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa, com as seguintes características químicas: pH = 5,4; P = 3,0 mg dm⁻³; K = 0,11 cmolc dm⁻³; Ca = 0,7 cmolc dm⁻³; Mg = 0,3 cmolc dm⁻³; Al = 0,15 cmolc dm⁻³; H + Al: 2,8 cmolc dm⁻³ e MOS = 9,5 g kg⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais foram constituídas por cinco espécies

de plantas utilizadas como adubos verdes: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); crotalária (*Crotalaria juncea*); mucuna-preta (*Mucuna aterrima*); guandu-anão (*Cajanus cajan* L. Millsp), milheto (*Pennisetum glaucum*); nas subparcelas, avaliou-se a aplicação de vinhaça (presença e ausência), numa quantidade de $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Para a implantação das espécies de adubos verdes, utilizou-se o preparo convencional do solo, envolvendo aração e gradagem; com aplicação de 2 t ha^{-1} de calcário, com PRNT de 83%, incorporado ao solo através de uma gradagem. A semeadura dos adubos verdes foi realizada de forma manual, com auxílio de uma matraca, sendo o espaçamento e densidade de semeadura de 0,5 m entrelinhas e 2 a 3 sementes/cova para mucuna-preta e feijão-de-porco; 5 sementes/cova para crotalária e o guandu-anão e 20 sementes por metro para o milheto.

Aos 90 dias após a semeadura, a massa verde da parte aérea dos adubos verdes foi determinada, aleatoriamente, utilizando-se uma moldura de 0,5 x 0,5 m por parcela, para amostragem. O material coletado passou por processo de secagem numa estufa, à 65°C , e, quando atingiu massa constante, foi pesado. Em seguida, essas amostras passaram por um processo de moagem, em moinho tipo Willey, para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo a metodologia descrita por Malavolta (1997). O acúmulo de macronutrientes foi obtido pelo produto da massa seca com o teor de nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere às variáveis avaliadas (fitomassa e teores de nutrientes acumulados na parte aérea), não houve interação significativa entre as plantas de cobertura e a aplicação de vinhaça. As plantas de cobertura apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quanto à produção de fitomassa e aos teores de nutrientes acumulados, demonstrando contribuições variáveis entre as plantas de cobertura na produção de palhada e ciclagem de nutrientes (Tabela 1). Observou-se que a crotalária obteve maior rendimento de fitomassa, com $11,5 \text{ t ha}^{-1}$, sendo superior às demais espécie avaliada. A produção de fitomassa da crotalária verificada no presente estudo foi superior aos encontrados por Silva et al. (2002), Nascimento & Silva (2004), Suzuki & Alves (2006), Pott et al. (2007), Carneiro et al. (2008), Torres et al. (2008), Cavalcante et al. (2012) e Pittelkow et al. (2012), em condições

edafoclimáticas diferentes. Cardoso et al. (2013) obtiveram produtividade de massa seca superior para *Crotalaria juncea*, também cultivada no espaçamento de 0,50 m nas entrelinhas, quando comparado com os resultados verificados no estudo.

Quanto ao feijão-de-porco e guandu-anão, a produção de fitomassa foi superior quando comparadas à mucuna-preta e milheto, com produção de $8,5$ e $8,8 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente (Tabela 1). Alguns autores relatam que o guandu é uma espécie recuperadora de solos degradados, em virtude da sua capacidade de promover aumento nos teores de carbono orgânico total e na CTC (Santos et al., 2001), portanto é indicado para solos de baixa fertilidade e pobres em fósforo (Pott et al., 2007; Calvacante et al., 2012).

Segundo Lopes et al. (1987) e Kluthcouski et al. (2003), para a cobertura plena da superfície do solo, são necessárias cerca de 7 t ha^{-1} de matéria seca de palhada, uniformemente distribuída. Portanto, para as condições edofoclimáticas do experimento, as produtividades de matéria seca para mucuna-preta e milheto não foram suficientes para manter, de maneira adequada, a cobertura do solo.

O desafio na região do Cerrado é conseguir o adequado estabelecimento da cultura de cobertura do solo, com quantidade de massa produzida e rusticidade suficiente para que haja fornecimento constante de material ao solo, até o início do plantio da cultura subsequente (Alvarenga et al., 2001).

Para acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura, observou-se que o feijão-de-porco e guandu-anão foram às espécies que mais acumularam N, seguidas pela crotalária, mucuna-preta e milheto, sucessivamente (Tabela 1). Para o feijão-de-porco, a quantidade acumulada de N foi inferior aos valores obtidos por Almeida & Camara (2011) e superior aos observados por Oliveira et al. (2002). Segundo Wutke et al. (2009), esta espécie produz até 8 t ha^{-1} , podendo acumular de 49 a 190 kg ha^{-1} de nitrogênio. Enquanto que o guandu-anão tem o potencial produtivo de $6,5$ a $9,5 \text{ t ha}^{-1}$ de massa seca na parte aérea (Fernandes et al., 1999), com a capacidade de fixação de 90 a $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ano (Gichuru, 1991). Esta espécie é pouco exigente em relação à fertilidade do solo e adapta-se à ampla faixa de precipitação pluvial; é resistente à seca, mostrando-se bem adaptada aos solos que predominam no bioma Cerrado (Tanaka, 1981).

Quanto aos teores de P e Ca, a mucuna-preta e o feijão-de-porco apresentaram os maiores valores em relação às demais espécies avaliadas (Tabela 1). Para teores de P, esses resultados corroboram os encontrados por Rodrigues et al.

(2012), que observaram maior acúmulo de fósforo na cultura de mucuna e feijão-de-porco. Oliveira et al. (2002), em experimento com plantas de cobertura, dentre elas o milho, a mucuna-preta, o feijão-de-porco e o consórcio das leguminosas com o milho, observaram concentrações de P superiores na cultura de milho em relação ao feijão-de-porco e à mucuna-preta. Em relação aos teores de Ca, Teodoro et al. (2011) relataram maiores teores na *Crotalaria juncea* e feijão-de-porco, no período de florescimento, e Calvacante et al. (2012) observaram teores superiores na vegetação espontânea, labe-labe e feijão-de-porco.

Os teores de K e Mg foram maiores no milho em relação às demais espécies avaliadas (Tabela 1). Os teores de K verificados no milho são semelhantes aos observados por Rodrigues et al. (2012). Em relação ao Mg, os resultados encontrados diferem dos encontrados por Burle et al. (2006). Os autores destacam a eficiência da *Crotalaria juncea* na absorção e acúmulo de nutrientes, sobretudo do Mg. Teodoro et al. (2011) verificaram concentrações de Mg similares entre as espécies de feijão-de-porco e *Crotalaria juncea*. Quanto aos teores de S, os valores foram superiores na mucuna-preta e milho, em comparação às demais espécies avaliadas.

A adição de 12 m³ ha⁻¹ promoveu aumento significativo de fitomassa e acúmulo de nitrogênio na parte aérea das espécies avaliadas.

De modo geral, deve-se considerar que a eficiência de uma espécie para adubação verde depende da quantidade de fitomassa e da reciclagem de elevada quantidade de nutrientes. Neste sentido, esses resultados reforçam o potencial de determinadas espécies para o uso como plantas de cobertura na adubação verde em solos arenosos, como alternativa para economia substancial de fertilizantes, particularmente importantes para unidade produtiva da agricultura familiar.

CONCLUSÕES

A *Crotalaria juncea* é uma espécie eficiente para obtenção de rendimentos elevados de fitomassa, além de favorecer maior aporte de N aos sistemas de produção.

A adição de 12 m³ ha⁻¹ de vinhaça contribuiu significativamente para maior acúmulo de fitomassa e de nitrogênio na parte aérea das espécies avaliadas.

REFERÊNCIAS

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, 6(2)55-62, 2011.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 208:25-36, 2001.

BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M. et al. Caracterização das espécies de adubos verdes. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p.71-134.

CAIRES, E.F.; GARBUJO, F.J. et al. Calagem superficial e cobertura de aveia-preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:87-98, 2006.

CARDOSO, D.P.; CARVALHO, G.J. et al. Atributos fitotécnicos de plantas de cobertura para a proteção do solo. Revista Verde, 8(1):19-24, 2013.

CARNEIRO, M.A.C.; CORDEIRO, M.A.S. et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. Bragantia, 67:455-462, 2008.

CAVALCANTE, V.S.; SANTOS, V.R. et al. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 16(5):521-528, 2012.

DUDA, G.P.; GUERRA, J.G.M. et al. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. Scientia Agrícola, 60(1):139-147, 2003.

FERNANDES, M.F.; BARRETO A.C. et al. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 34(9):1593-1600, 1999.

GICHURU, M.P. Residual effects of natural bush, *Cajanus cajan* and *Tephrosia candida*, on the productivity of acid soil in southeastern Nigeria. Plant and Soil, 134:31-36, 1991.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Documentos, 157).

LOPES, P.R.C.; COGO, N.P. et al. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. Revista Brasileira Ciência do Solo, 11(1):71-75, 1987.

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

NASCIMENTO, J.T. & SILVA, I.F. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomassa de leguminosas para o uso como cobertura de solo. Ciência Rural, 34:947-949, 2004.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C. et al. Covering crops straw production and common bean productivity

in no-tillage system. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(6):943-948, 2006.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J. et al. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:1079-1087, 2002.

PITTELKOW, F.K.; SCARAMUZZA, J.F. et al. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Revista Agrarian*, 5(17):212-222, 2012.

POTT, C.A.; MÜLLER, M.M.L. et al. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo. *Ambiência*, 3:51-63, 2007.

RODRIGUES, G.B.; SÁ, M.E. et al. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. *Revista Ceres*, 59(3):380-385, 2012.

SANTOS, A.C.; SILVA, I.F. et al. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:1063-1071, 2001.

SILVA, J.A.A.; VITTI, G.C. et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-pêra. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24:225-230, 2002.

SUZUKI, L.E.A.S. & ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. *Bragantia*, 65:121-127, 2006.

TANAKA, R.T. Adubação verde. *Informe Agropecuário*, 7:62-67, 1981.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L. et al. Aspectos agrônômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:635-643, 2011.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. et al. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:421-428, 2008.

WUTKE, E.B; TRANI, P.E; et al. Adubação Verde no Estado de São Paulo. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, 2009. 85p. (Boletim Técnico, 249).

Tabela 1. Produção de fitomassa e teores de nutrientes acumulados na parte aérea de adubos verdes de verão, aos 90 dias após o plantio, Glória de Dourados, MS. 2013.

Plantas de cobertura	Fitomassa t ha ⁻¹	N P K Ca Mg S					
		----- (kg ha ⁻¹) -----					
Mucuna-preta	3,5 d	76,9 c	13,8 a	10,0 b	248,0 a	18,7 b	1,85 a
Milheto	5,7 c	43,4 d	4,3 c	24,7 a	24,6 c	38,8 a	1,81 a
Feijão-de-porco	8,5 b	207,0 a	12,7 a	10,8 b	262,8 a	16,6 b	1,10 b
Guandu-anão	8,8 b	182,9 a	7,0 b	10,7 b	115,2 b	11,1 b	0,69 b
Crotalária	11,5 a	127,8 b	2,4 c	4,6 c	44,5 c	13,1 b	0,64 b
----- Adição de vinhaça -----							
0 m ³ ha ⁻¹	7,0 b	110,3 b	7,3 a	10,9 a	128,0 a	20,2 a	1,3 a
12 m ³ ha ⁻¹	8,3 a	144,9 a	8,8 a	13,4 a	150,0 a	19,1 a	1,2 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.