



16433 - Plantas de Cobertura e seus Efeitos nos Bioindicadores de Qualidade do Solo, com Adição de Vinhaça

Cover Plants and their Effects on Soil Quality Bioindicators, with Addition of Vinasse

GOMES, Michele da Silva¹; AGOSTINHO, Patricia Rochefeler¹; FORESTI, Andressa Caroline¹; GOMES, Simone da Silva²; BATISTOTE, Margareth¹, SILVA, Rogério Ferreira da¹.

¹Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Glória de Dourados, MS, michelle_gomes12@hotmail.com; margareth@uems.br; patyrochefeler@hotmail.com; andressaforesti13@hotmail.com; rogerio@uems.br; ²Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, simonegomes191@hotmail.com.

Resumo: O uso de adubos verdes e a adição de vinhaça no solo pode ser uma alternativa viável para complementação de práticas agrícolas. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o rendimento de fitomassa das plantas de cobertura, adubado com vinhaça, e seus efeitos na biomassa microbiana do solo e na comunidade de macroinvertebrados epígeos. O experimento foi conduzido no município de Glória de Dourados, com delineamento experimental de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, e quatro repetições: FP – feijão-de-porco; CJ - crotalária juncea; MP – mucuna-preta; GA - guandu anão; MI - milheto. O carbono da biomassa e a atividade microbiana foram avaliados pelo método de fumigação-extração e respirometria, respectivamente. A avaliação da fauna epígea foi realizada por meio de armadilhas de queda (“pitfall”). As espécies de plantas utilizadas como adubos verdes influenciaram nas avaliações porém a adição de vinhaça não proporcionou alteração significativa.

Palavras-chave: leguminosas, fauna epigea, biomassa microbiana do solo.

Abstract: The use green manures and stillage applied on soil can be a viable alternative to supplemental agricultural practices. Therefore, the objective of this study is to evaluate the yield of pythomass of cover crops fertilized with stillage, and its effects on soil microbial biomass and the epigeal macroinvertebrates. The experiment was conducted in the city of Glória de Dourados, with delineate experiment the block randomized, with portion subdivided, and four repetition: FP - *Mucuna aterrima*; CJ - *Crotalaria juncea* L.; MP - *Mucuna aterrima* ; GA - *Cajanus cajan* (L.); MI - *Pennisetum glaucum* (L.). The carbon biomass and activity microbial were mensured by method fumigation-extraction and respirometry, respectively. The evaluation of the fauna epigeal was realized of traps of fall (“pitfall”). Species of the plants used like green manures influenced the rating, but the stillage don't provided results significant.

Keywords: legumes, epigeal fauna, soil microbial biomass.

Introdução

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais limitam o crescimento das plantas, portanto, o uso de adubos verdes, capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), pode representar contribuições consideráveis na viabilidade econômica e sustentabilidade dos sistemas de produção (BODDEY et al., 1997), reduzindo ou eliminando a necessidade de aplicação de N sintético.

Entre as espécies empregadas na adubação verde, as da família das leguminosas são as mais utilizadas devido ao grande potencial em fixar nitrogênio atmosférico, através da associação com bactérias fixadoras de N_2 , resultando em um importante aporte de matéria orgânica, nitrogênio e outros nutrientes ao sistema. (MORAIS; BARBOSA, 2012). Vários estudos têm demonstrado os efeitos benéficos das plantas de cobertura nas propriedades do solo e na produção de fitomassa (BARRADAS, 2010; ESPÍNDOLA et al., 2006; TORRES et al., 2008). Portanto, a adoção dessa prática contribui para a sustentabilidade agrícola, na medida em que é decisiva para o desenvolvimento das plantas e a manutenção da biota do solo (DORAN; PARKIN, 1994).

A adição de vinhaça no solo pode ser uma alternativa viável para complementação da prática de adubação verde. Esse produto consiste em um efluente líquido rico, em matéria orgânica e potássio, com significativos teores de cálcio, magnésio, enxofre e outros minerais em pequena quantidade (CORAZZA, 2006). Provoca mudanças temporárias na população de microrganismos no solo, proporcionando alterações em processos biológicos e químicos (LIMA, 1980). Apesar da grande variabilidade em sua composição química, em termos gerais, a vinhaça apresenta altos teores de matéria orgânica e de potássio, seguindo-se do cálcio e sulfato (teores razoáveis), do nitrogênio, fósforo e magnésio (FREIRE; CORTEZ, 2000). Nos estudos de Vasconcelos et al. (2010) observaram o aumento do carbono orgânico total do solo, pelo uso da vinhaça, aumentando em consequência a população microbiana em solos tratados com este resíduo.

Nesse sentido, essas práticas podem influenciar a qualidade dos solos, mediante a reciclagem de nutrientes, o aumento do teor de MO e na disponibilidade de nutrientes, a melhoria das propriedades físicas e da atividade biológica (FRANCO; FARIA, 1997; GAMA-RODRIGUES et al., 1999). Assim, estimativa de atributos edáficos relacionados à sua funcionalidade possibilitaria monitorar indiretamente a qualidade do solo (REINERT, 1998) e sua utilização como indicadores importantes para o planejamento e a avaliação de práticas de manejo que sejam ecológica e economicamente viáveis (DORAN; ZEISS, 2000;). Dentro deste contexto, os organismos do solo podem ser utilizados como bioindicadores, uma vez que estão intimamente relacionados ao funcionamento do solo, apresentando uma estreita inter-relação com os componentes físicos e químicos (BARETTA, 2007).

Vários trabalhos evidenciam que manejo de plantas de cobertura e aplicação de vinhaça no solo acarretam inúmeras modificações na qualidade biológica do solo. Dentre os bioindicadores ecológicos, podemos destacar a biomassa microbiana do solo que representa a fração viva da matéria orgânica do solo (MOS), sua atividade têm sido apontadas como as características mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e por práticas de manejo (LOPES et al., 2012). Outro grupo de organismos são os macroinvertebrados epígeos, que exercem importante papel na ciclagem de nutrientes, uma vez que é responsável pela regulação da comunidade de microrganismos decompositores da matéria orgânica (CARRILLO et al., 2011), onde as modificações geralmente ocorrem na diversidade e densidade populacionais, características que podem ser utilizadas como bioindicador de qualidade de solo (SILVA et al., 2007; AQUINO et al., 2008). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de fitomassa das plantas de cobertura, adubado com vinhaça, e seus efeitos na biomassa microbiana do solo e na comunidade de macroinvertebrados epígeos.

Metodologia

O experimento foi conduzido no campo experimental da UEMS, município de Glória de Dourados, MS (22°22'S e 54°30'W, 400 m de altitude), num solo classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa, com as seguintes características químicas: pH em água = 5,9; P (Mehlich) = 5,0 mg dcm⁻³; K = 0,09 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,2 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,4 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al: 2,0 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica = 8,2 g kg⁻¹. O clima de ocorrência da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com estação quente e chuvosa no verão e moderadamente seca no inverno. Na figura 1, é apresentada a precipitação pluviométrica mensal verificada durante a condução do experimento.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco espécies de plantas de cobertura: FP – feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.); CJ - crotalária (*Crotalaria juncea* L.); MP – mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland); GA – guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp); MI - milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown)

Para a implantação das espécies de plantas de cobertura, utilizou-se o preparo convencional do solo, envolvendo aração e gradagem. Antes do plantio, foi aplicado, com auxílio de regador manual, 250 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com as seguintes características químicas: 0,05 g L⁻¹ de N; 7,32 mg L⁻¹ de P; 0,73 g L⁻¹ de K; 139,27 mg L⁻¹ de Ca; 92,12 mg L⁻¹ de Mg e 0,37 g L⁻¹ de Na.

A semeadura dos adubos verdes se deu de forma manual, sendo o espaçamento e densidade de semeadura de 0,5 m entrelinhas e 6 sementes/metro linear para a

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 9, No. 4, Nov 2014

mucuna-preta e feijão-de-porco; 0,5 m entrelinhas e 25 sementes/metro linear para a crotalária e o guandu-anão e, 0,5 m entrelinhas e 50 sementes/metro linear para o milho.

Aos 90 dias após a semeadura (DAS) das espécies de cobertura, foram avaliadas matéria seca da parte aérea (MSPA), biomassa microbiana do solo e macroinvertebrados epígeos. Para a determinação de MSPA das plantas de cobertura, foi utilizada, aleatoriamente, uma moldura de 1,0 m² por parcela. O material coletado passou por processo de secagem numa estufa, à 65°C, e, quando atingiu massa constante, foi pesado.

Para avaliação da biomassa microbiana do solo, em cada parcela foi realizada uma amostragem de solo na camada de 0,0 – 0,10 m de profundidade. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos medindo 35 cm x 45 cm e armazenadas em câmara fria (4°C). O carbono da biomassa microbiana (C-BMS) foi avaliado pelo método da fumigação-extração, de acordo com Vance et al. (1987). Determinou-se, ainda, a respiração basal (C-CO₂), obtida pela incubação das amostras com captura de CO₂ em NaOH, durante sete dias, pela adaptação do método da fumigação-incubação, proposto por Jenkinson e Powlson (1976). O quociente metabólico (qCO_2) foi obtido a partir da relação C-CO₂/C-BMS (Anderson & Domsch, 1990) e o quociente microbiano ($qMIC$), pela relação C-BMS/ C-orgânico total. O conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) foi determinado conforme a metodologia descrita em Claessen (1997).

A avaliação da fauna epígea foi realizada por meio de armadilhas de queda (“*pitfall*”) com 200 ml de formol 4%, pelo tempo de 7 dias. Após esse tempo, as armadilhas foram recolhidas e levadas ao laboratório, onde os organismos foram extraídos manualmente e armazenados em uma solução de álcool a 70%. Com auxílio de uma lupa binocular, procedeu-se à identificação e contagem dos organismos, em nível de ordem, atuantes no conjunto serapilheira-solo. Os atributos ecológicos da fauna foram feitos com base na densidade (nº de indivíduos armadilha⁻¹), riqueza (nº de grupos) e índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') (MAGURRAN, 1988).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram processadas por meio do software Assistat (7.6 beta, versão 2012).

Resultados e discussões

As médias obtidas na produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de cobertura apresentaram diferença significativa entre as espécies avaliadas. Os maiores rendimentos de MSPA foram observados nas espécies de *Crotalaria juncea* (CJ) e milho (MI) em comparação com a mucuna-preta, porém, similares as demais espécies de plantas de cobertura (Figura 2).

Dentre as diversas plantas de cobertura utilizadas como adubação verde, a CJ mostra-se muito eficiente como produtora de massa vegetal e como fixadora de nitrogênio, (SALGADO, 1982). Diversos estudos observaram que a CJ se destaca produzindo cerca de 10 a 15 Mg ha⁻¹ de matéria seca (SCHEUER, 2011). Para o milho, Pitol et al. (1996) mencionam que a produção de massa seca pode variar de 4,0 a 5,0 t ha⁻¹, caracterizando a superioridade desta gramínea utilizada como cobertura do solo, apresentando alta eficiência para reciclar nutrientes, imobilizando na palhada nutrientes que estavam contidos em camadas relativamente profundas do solo. A adubação com vinhaça não aumentou o rendimento de fitomassa das espécies de plantas de cobertura avaliadas.

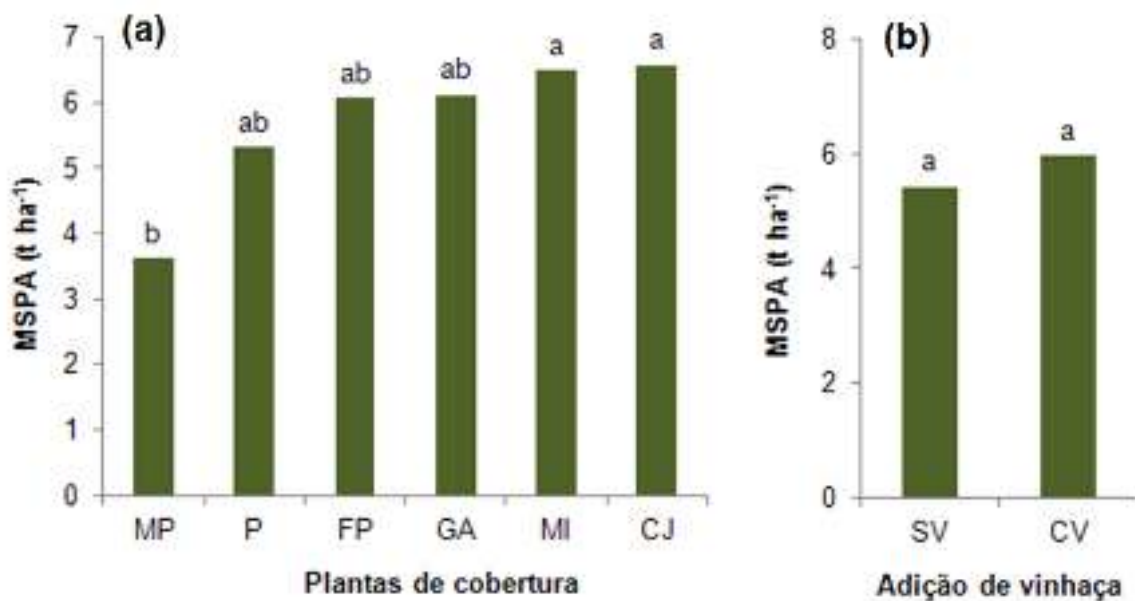


Figura 2: Rendimento de matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de cobertura adubado com vinhaça. CJ: *Crotalaria juncea*, FP: feijão-de-porco; MI: milho, P: pousio, GA: gandu-anão e MP: mucuna-preta. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No que se refere às variáveis avaliadas (C-BMS, C-CO₂, qCO₂, qMIC e MOS), não houve interação significativa entre as espécies de plantas de cobertura avaliadas e a aplicação de vinhaça (Tabela 1). O sistema com vegetação nativa (VN) usado como referência neste estudo apresentou valores superiores de C-BMS, C-CO₂ e MOS em relação aos sistemas de cultivados.

O alto teor de C-BMS, pode estar associado ao alto fornecimento de material orgânico mais susceptível a decomposição, permanecendo o solo coberto, com menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade (MATSUOKA et al. 2003). Assim como verificado neste estudo, os sistemas de cultivo geralmente

tendem a apresentar menores teores de carbono microbiano em relação a um ambiente natural (MERCANTE et al., 2008). Entre os sistemas manejados de solo, a MP e a CJ apresentaram maiores valores de C-BMS em relação aos demais sistemas de manejo de solo. O menor valor de C-BMS foi observado no sistema pousio.

Quanto à respiração basal (C-CO₂), apresentou alta taxa de respiração no sistema de VN, superior aos sistemas de cultivo. A taxa de C-CO₂ está ligada à quantidade de carbono do solo, indicando maior atividade biológica, que está diretamente relacionada com a disponibilidade de C do solo e/ou da biomassa microbiana (MERCANTE et al., 2004) como verificado neste estudo. Entretanto, quanto aos valores do quociente metabólico (qC-CO₂), o sistema de pousio (P) mostrou valores superiores aos demais sistemas avaliados, que apresentaram valores similares entre si. Diversos estudos mostram que os maiores valores são encontrados em condições ambientais estressantes, onde aumento de qCO₂ reflete maiores perdas de C nesses sistemas, pelo processo respiratório, o que indica uma condição de estresse ou distúrbio (ISLAN; WEIL, 2000).

Em relação à avaliação do quociente microbiano (qMIC), o sistema CJ apresentou valores superiores aos sistemas avaliados, com exceção MP. Segundo Balota et al. (1998), o quociente microbiano (qMIC) representa a relação C-BMS/Corg e, neste contexto, solos que exibem valores maiores ou menores poderiam expressar ocorrência, respectivamente, de acúmulo ou perda de C no solo. Já para MOS, os maiores teores foram verificados no sistema de VN, superior aos sistemas cultivados que não diferiram entre si (Tabela 1). Vários estudos mostram que as alterações no conteúdo da matéria orgânica do solo ocorrem em médio ou longo prazo, requerendo maior tempo para ser quantificada (ROSCOE et al., 2006). A adubação com a vinhaça não alterou os valores de C-CO₂, qCO₂, qMIC e MOS.

Os resultados obtidos pela análise de fauna epigea do solo mostraram que as médias de densidade dos organismos diferiram significativamente entre os sistemas avaliados, onde MP, CJ e VN apresentaram valores de densidade superiores aos tratamentos de P, GA e FP, porém, similar ao sistema com MI (Figura 2a). Este fato pode ser relacionado à preferência alimentar destes organismos pelas plantas de cobertura, obtendo então maiores densidades de organismos em áreas sob plantio de leguminosas (SILVA et al., 2007). Como também foi verificado por Mussury et al. (2002), a maior quantidade de resíduos vegetais depositados na superfície propiciou a maior densidade de organismos, provavelmente pelo fato de criar um micro-habitat favorável.

Já em relação ao índice de riqueza (nº de grupos), os sistemas não diferiram entre si, assim como a aplicação de vinhaça não promoveu alterações na densidade e riqueza de macroinvertebrados epigeos (Figura 2b e 3b).

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂), quociente microbiano (qMIC) e matéria orgânica (MOS) de um Argissolo Vermelho, sob diferentes plantas de cobertura ao 90 DAS. Glória de Dourados, MS.

Plantas de cobertura	C-BMS	C-CO ₂	qC-CO ₂	qMIC	MOS
	µg C g ⁻¹ solo seco	µg C-CO ₂ g ⁻¹ solo dia ⁻¹	µg C-CO ₂ µg ⁻¹ C-BMS h ⁻¹	%	g kg ⁻¹
P	154,4 d	17,9 b	48,4 a	1,7 d	15,2 b
GA	171,4 c	17,8 b	43,3 b	1,8 cd	15,9 b
MI	171,9 c	18,1 b	44,0 b	1,9 bc	15,6 b
FP	176,4 c	17,9 b	42,2 b	1,8 bc	15,7 b
CJ	188,0 b	18,3 b	40,6 b	2,1 a	15,3 b
MP	188,1 b	18,4 b	40,9 b	2,0 ab	15,9 b
VN	201,8 a	22,2 a	43,4 b	1,7 d	21,6 a
----- Adição de vinhaça -----					
0 m ³ ha ⁻¹	179,5 b	18,5 a	43,2 a	1,9 a	16,5 a
250 m ³ ha ⁻¹	181,5 a	18,8 a	43,4 a	1,9 a	16,4 a

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

Considerando-se o número de espécimes coletados, os grupos Formicidae, Collembola e Diptera estiveram presentes com maior frequência relativa em todos os sistemas avaliados (Tabela 2).

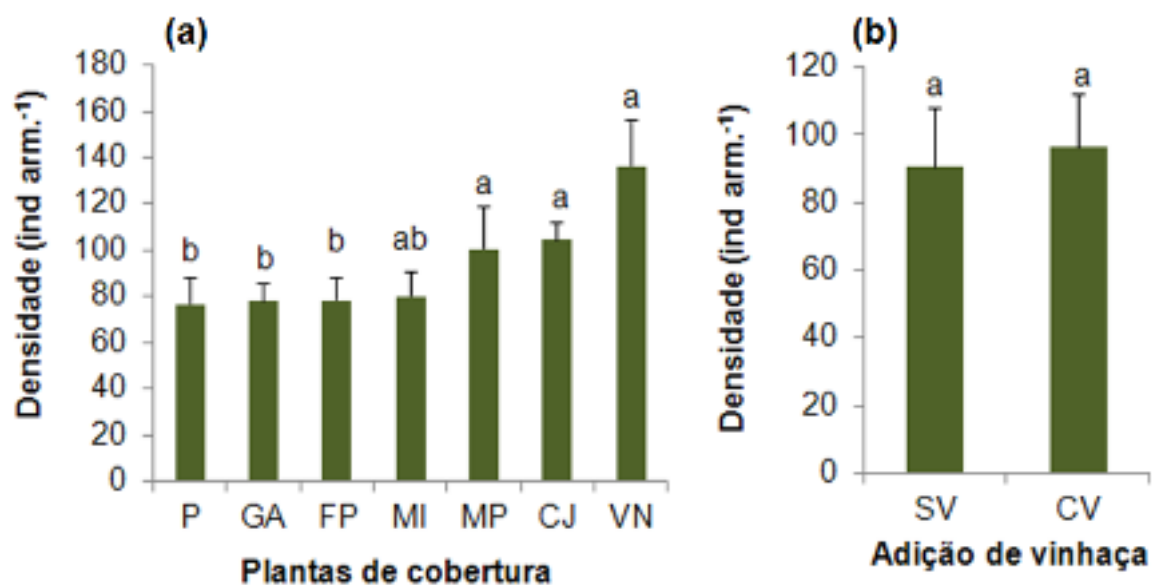


Figura 3. Densidade de macroinvertebrados epígeos (ind arm.⁻¹) sob diferentes espécies de plantas de cobertura ao 90 DAS. Pousio (P), Guandu anão (GA), Feijão-de-porco (FP), Milheto (MI), Mucuna-preta (MP), *Crotalaria juncea* (CJ) e Vegetação nativa (VN). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

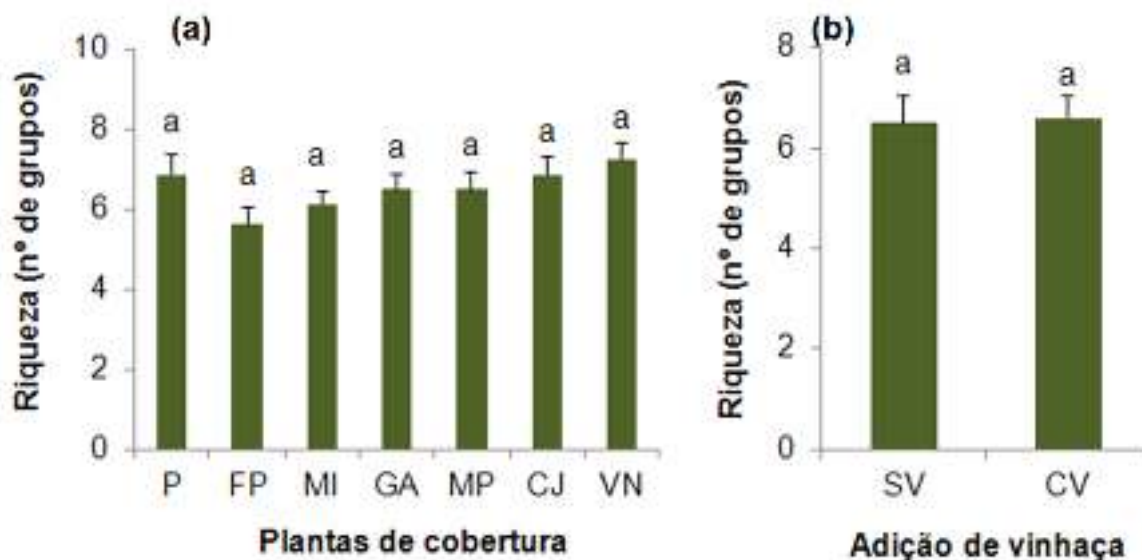


Figura 4. Riqueza de macroinvertebrados epigeos (nº de grupos¹) sob diferentes espécies de plantas de cobertura ao 90 DAS. Pousio (P), Feijão-de-Porco (FP), Milheto (MI), Guandu-Anão (GA), Mucuna-Preta (MP), *Crotalaria Juncea* (CJ) e Vegetação Nativa (VN). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 2. Frequência relativa dos grupos taxonômicos da fauna invertebrada epigéica do solo sob diferentes espécies de plantas de cobertura ao 90 DAS. Glória de Dourados, MS.

Grupos	P	CJ	GA	MI	MP	FP	VN
	%						
Formicidae	56,4	57,2	42,3	62,1	56,3	50,1	51,5
Colembolla	15,9	14,3	25,5	13,1	20,7	26,0	22,6
Diptera	11,7	9,2	18,6	13,6	12,0	9,8	8,8
Orthoptera	5,1	2,2	6,3	3,4	2,7	6,5	4,0
Coleoptera	3,0	11,6	3,1	2,1	3,0	4,7	2,4
Aranae	3,0	1,8	1,5	1,6	1,2	1,3	2,9
Hymenoptera	1,9	1,6	1,5	0,5	0,1	0,8	0,4
Isoptera	1,8	0,0	0,3	2,9	0,8	0,0	4,4
Hemiptera	0,9	1,9	0,1	0,0	1,9	0,0	0,0
Lepidoptera	0,3	0,1	0,4	0,0	1,2	0,0	0,0
Homoptera	0,0	0,1	0,2	0,6	0,0	0,8	0,0
Blattodea	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Isopoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
Índice Shannon	0,61	0,58	0,64	0,54	0,57	0,58	0,64

Pousio (P), *Crotalaria Juncea* (CJ), Guandu-Anão (GA), Milheto (MI), Mucuna-Preta (MP), Feijão-de-Porco (FP) e Vegetação Nativa (VN).



Entre os invertebrados citados, o grupo Formicidae apresentara maiores valores no tratamento com cultivo de MI. De modo geral, todos os sistemas apresentaram organismos deste grupo em alta densidade, considerados componentes importantes desta comunidade do solo, principalmente por seus atributos ecológicos, como grande biomassa e atividades que realizam no processo de decomposição (CREPALDI et al., 2014).

Dessa forma, esse grupo pode desempenhar importantes funções nos processos ecológicos, como ciclagem de nutrientes, estruturação física e química do solo, proteção de plantas contra herbívoros, além da sua interação com diversos grupos de organismos (DOLES et al., 2001).

Outro grupo com valores expressivos foi Collembola, encontrado em todos sistemas de cultivo. De acordo com Dangerfield et al. (1991), Collembola e Formicidae apresentam intensa movimentação na superfície do solo, motivo pelo qual esses dois grupos são os principais responsáveis pelo mesmo padrão observado na atividade da fauna edáfica nas áreas de estudo nas diferentes estações avaliadas. Em relação ao índice de diversidade, todos os sistemas apresentaram valores similares.

Conclusões

As espécies CJ e MI, cultivadas num Argissolo Vermelho de textura arenosa, apresentaram maiores acúmulos de fitomassa, demonstrando serem promissoras para incremento de biomassa vegetal ao solo.

A CJ e MP proporcionaram maiores valores de carbono da biomassa microbiana do solo e de macroinvertebrados epígeos. O sistema pousio mostra-se um ambiente em condições de estresse para a comunidade de microrganismos do solo. O uso de vinhaça como adubação das espécies de plantas de cobertura favorece a biomassa microbiana do solo.

As espécies de plantas de cobertura e uso de vinhaça como adubação não promoveram alteração na riqueza de grupos de macroinvertebrados epígeos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao FUNDECT pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of ecophysiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Cambridge, v.22, p.251–255, 1990.



BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.641-649, 1998.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo**. Piracicaba, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 159p. (Tese de Doutorado).

BARRADAS, C.A.A., **Adubação Verde**. Manual técnico 25. Rio Rural. Niterói, 2010. 10p.

BODDEY, R.M.; SÁ, J.C.D.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.787-799, 1997.

CARRILLO, Y.; BALL, B.A.; BRADFORD, M.A.; JORDAN, C.F.; MOLINA, M. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. **Soil Biology and Biochemistry**, 43:1440-1449, 2011.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Revista atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p.

CORAZZA, R. I. Impactos ambientais da vinhaça: controvérsias científicas e lock-in na fertirrigação. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, 44, 2006. Fortaleza: Anais. Fortaleza. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2007. CD-ROM.

CREPALDI, R. A.; PORTILHO, I. R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F. M. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistemas integrados lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n. 5, p.781-787, 2014.

DANGERFIELD, J. M. **Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in Savanna woodland and associated managed habitats**. *Pedobiologia*, p. 141, 1991.

DOLES, J.L.; ZIMMERMAN, R.J.; MOORE, J.C. Soil microarthrod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in western colorad, USA. **Applied Soil Ecology**, v18, n. 1, p. 83-96, 2001.

DORAN, J.W. & ZEISS, M.R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**. v. 15, p. 3-11, 2000.

DORAN, J.W. AND PARKIN, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality, p. 1-20. In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, SSSA, (Special, 35).

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. Decomposi e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas



herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n. 2, p.321-328, 2006.

FRANCO, A.A. & FARIA, S.M. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n.5/6, p. 897-903, 1997.

FREIRE, W.J.; CORTEZ, L.B. **Vinhaça de cana de açúcar**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, 2000. 203p.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, p.227-243. 1999.

ISLAM, K.R.;WEIL, R. Anduse fctonsil quality nropical forestcym of Bangladesh. **Agriculte Eosymnviroetal**, Amsterda, v.79, n.1, p.-6, 2000.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology Biochemistry**, England, v.8, p.209-213, 1976.

LIMA, I. T. **Efeitos da aplicação devinhaça sobre a microflora do solo**. 198. 150p Tese (Mestrado). Universidade Federal Rural, Rio de Janeiro,1980.

LOPES, H. S. S.; MEDEIROS, M. G.; SILVA, J. R.; JÚNIOR MEDEIROS, A.; SANTOS, M. N.; BATISTA, R. O. Biomassa microbiana e matéria orgânica em solo de Caatinga, cultivado com melão na Chapada do Apodi. **Revista Ceres**, v.59, p.565-570, Ceará, 2012.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princenton University Press, 1988. 179 p.

MATSUOKA, M. et al. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste/MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003.

MERCANTE, F.M.; FABRICIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z. SILVA, W.M. **Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo sob sistemas integrados de produção agropecuária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.

MORAIS, L.A.S.; BARBOSA, A.G. Influência da adubação verde e diferentes adubos orgânicos na produção de fitomassa aérea de atoveran (*Ocimum selloi* Benth.) **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.esp. p.246-249, 2012.



MUSSURY, R.M.; SCALON, S.P.Q.; SILVA, S.V. & SOLIGO, V.R. Study of Acari and Collembola populations in four cultivation systems in Dourados - MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, n. 45, p. 257-264, 2002.

PITOL, C. **O milho na integração agricultura-pecuária**. Informações Agrônomicas, n.76, p.8-9, 1996.

REINERT, D.J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L.E. & GRIFFITH, J.J., eds. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.163-176.

ROSCOE, R. et al. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R. et al. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 17-42.

SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A.; FEITOSA, C.T; PETINELLI, A.; VEIGA, A.A. Efeito da adubação NPK na cultura da Crotalária. **Bragantia**, v. 41, n.3, p. 21-33, 1982.

SCHEUER, J. M; TOMASI, D. B; A crotalária na adubação intercalar e reforma do cultivo de cana-de-açúcar, **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 7, n. 12, p.81-90, 2011.

SILVA, R.F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.697- 704, 2006.

SILVA, R.F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n. 6, p.865-871, 2007.

SILVA, R.F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 865-871, 2007.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biology Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.

VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V. S. O.; COSTA, Y. D. J.; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.309-316, 2010.