



Fauna invertebrada do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta⁽¹⁾.

Irzo Isaac Rosa Portilho⁽²⁾; Júlio Cesar Salton^(3,4); Fábio Martins Mercante^(3,4,5)

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - e PROBIO II - Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para a Biodiversidade.

⁽²⁾ Doutorando em Recursos Naturais; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Cidade Universitária de Dourados - Caixa Postal 351, 79804-970, irzo_i@terra.com.br; ⁽³⁾ 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; julio.salton@embrapa.br; fabio.mercante@embrapa.br ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste; ⁽⁵⁾ Pesquisador do CNPq, bolsista de Produtividade em Pesquisa.

RESUMO: A qualidade do solo está relacionada aos processos que ocorrem neste ambiente, como a atividade de organismos da fauna epígea, a qual pode contribuir para a manutenção da ciclagem de nutrientes, sendo também utilizada como bioindicador ecológico da qualidade ambiental. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros ecológicos relacionados à fauna epígea sob sistemas de manejo envolvendo atividades agrícolas, pecuárias e florestais. O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, localizado no Município de Ponta Porã, em julho de 2012, num Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura média. As avaliações ocorreram em áreas sob diferentes sistemas de manejo: integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-a e ILPF-b), integração lavoura-pecuária (ILP-a e ILP-b), sistema plantio direto (SPD), silvicultura com eucalipto (EUC), pastagem contínua (PC) e sistema convencional de preparo do solo (SC). Uma área adjacente, com fragmento de floresta semidecídua (FS), foi incluída no estudo como referencial da condição original do solo. No centro de cada área, foram demarcados 10 pontos equidistantes de 10 m, ao longo de um transecto, para avaliação da comunidade da fauna epígea. Foram avaliados parâmetros ecológicos, abrangendo: densidade, riqueza e diversidade (H') da comunidade da fauna epígea. Os resultados mostraram que o fragmento de floresta semidecídua (FS) e os sistemas de manejo integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-a), integração lavoura-pecuária (ILP-a) e o sistema plantio direto (SPD) favoreceram os parâmetros ecológicos avaliados em comparação ao sistema de manejo com pastagem contínua (PC) e sistema convencional (SC) de preparo do solo.

Termos de indexação: bioindicador, agroecossistemas, rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

Os solos tropicais, em geral, vem sendo intensamente utilizados pelo setor agropecuário, em virtude do crescimento da produção de alimentos e

fibras. Neste cenário, o uso intensivo do complexo solo tem provocado alterações nos seus processos físicos, químicos e biológicos, comprometendo a sua qualidade e capacidade funcional (Silva et al., 2011). Portanto, é crescente o interesse pelo desenvolvimento da agricultura com a integração da conservação do solo, redução de custo de produção e maior produtividade das culturas (Souza et al., 2010). Nesta nova dimensão, diversas práticas de manejos conservacionistas têm sido propostas, com destaque para o sistema plantio direto e o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) (Vezzani & Mielniczuk, 2009). No entanto, para determinar sistemas de manejo capazes de manter a sustentabilidade dos agroecossistemas, torna-se necessário o melhor entendimento de parâmetros biológicos, físicos e químicos do solo, que consigam indicar práticas de manejo agrícola e pecuário favoráveis a manutenção da qualidade do solo (Doran & Parkin, 1994). Dentre os bioindicadores ecológicos, os invertebrados com diâmetro corporal acima de 2 mm constituem a macrofauna invertebrada do solo, à qual pertencem os grupos dos coleópteros em estado larval e adulto, centopeias, cupins, formigas, diplópodes, isópodes, aracnídeos, entre outros (Aquino et al., 2008). Esses invertebrados são considerados mais sensíveis em relação a indicadores físicos e químicos, para as alterações que ocorrem no solo em função do seu uso e manejo (Lavelle, 2002).

Assim, agregar conhecimento com estudos envolvendo parâmetros ecológicos da comunidade da fauna epígea do solo, em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e outros manejos do solo, é considerado de fundamental importância.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros ecológicos relacionados à fauna epígea sob sistemas de manejo envolvendo atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, localizado no Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul (22°32'56"S; 55°38'56"W; 680 m de altitude). De

acordo com a classificação de Köppen, as condições atmosféricas da região enquadram-se no tipo climático Aw, com estação quente e chuvosa no verão e moderadamente seca no inverno.

O experimento foi implantado em 2009, ocupando uma área total de 16 ha. Antes da implantação, a área vinha sendo cultivada com culturas anuais nos últimos 30 anos. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura média.

Os tratamentos foram dispostos em faixas e as sequências das culturas estão apresentadas na **tabela 1**.

1- sistema convencional de preparo do solo (SC), utilizando-se grades de discos (pesada) + niveladora, sem o uso de rotação de culturas, com monocultivo de soja no verão e milho no outono/inverno; 2- sistema plantio direto (SPD), cultivando-se soja no verão e milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, no outono/inverno; 3- silvicultura com eucalipto (EUC), sendo as plantas espaçadas em 2 x 3 m, totalizando-se 1666 plantas ha⁻¹; 4- sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP-a), com rotação a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura; área com lavoura na época de amostragem; 5- Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP-b), com rotação a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura; área com pastagem na época de amostragem; 6- Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF-a), em sistema com linhas de eucalipto espaçadas a 25 metros e entre-linhas compostas por um sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura. As linhas simples de árvores (eucalipto) totalizam 200 árvores ha⁻¹. Área com lavoura na época de amostragem; 7-Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF-b), com linhas de eucalipto espaçadas a 25 metros e entre-linhas compostas por um sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura. As linhas simples de árvores (eucalipto) totalizam 200 árvores ha⁻¹. Área com pastagem na época de amostragem; 8- pastagem contínua (PC), com *Brachiaria brizantha*, sob pastejo de bovinos de corte; e 9- fragmento de reserva natural de floresta semidecídua (FS), situada próxima ao experimento; incluída no estudo como referencial da condição original do solo.

As avaliações foram realizadas na safra de outono/inverno, em julho de 2012 (**Tabela 1**). No centro de cada área, foram demarcados 10 pontos equidistantes de 10 m, ao longo de um transecto. Para avaliação de fauna epígea, foram instaladas dez armadilhas de queda ("pitfall") em cada sistema. Os macroinvertebrados foram extraídos manualmente e armazenados em uma solução de álcool, a 70%. No laboratório, com auxílio de lupa binocular, procederam-se a contagem e identificação dos organismos em nível de ordem. A caracterização da fauna epígea foi realizada com base na densidade (nº de indivíduos por armadilha), riqueza (nº de grupos) e índice de diversidade de Shannon (H') (Magurran, 1988). Os dados de densidade (x), dada a sua heterogeneidade, foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

Os resultados avaliados 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 de software Statistica (Silva & Azevedo, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros ecológicos densidade, riqueza e diversidade da fauna invertebrada epígea do solo, indicaram o fragmento de floresta semidecídua (FS) como o sistema em condições mais favoráveis para manutenção da comunidade destes organismos do solo, com valores estatisticamente superiores ($p < 0,05$) aos demais sistemas avaliados (**Figura 1**). Tem sido demonstrado que este sistema favorece a conservação da biodiversidade da fauna invertebrada do solo, pela maior diversidade de recursos alimentares e habitat (Portilho et al., 2011). Entre os sistemas de manejos avaliados, a fauna epígea apresentou variação dos parâmetros ecológicos, sugerindo tendência no aumento do número destes organismos do solo, conforme a sequência de culturas. A densidade da comunidade da fauna epígea mostrou maiores valores nos sistemas ILPF-a e ILP-a, não diferindo ($p < 0,05$), contudo, do sistema SPD (**Figura 1**). A riqueza e diversidade (H') seguiu a mesma tendência observada para a densidade. Estes resultados podem estar relacionados ao efeito da rotação de culturas, com a presença do eucalipto + milho + *B. brizantha* cv. Xaraés no sistema ILPF-a, milho + *B. ruziziensis* no sistema ILP-a e milho + *B. ruziziensis* no sistema SPD, no momento das avaliações (**Tabela 1**). A rotação de culturas ao longo do tempo nos sistemas de produção e o maior acúmulo e diversidade de espécies vegetais na superfície do solo podem favorecer novos habitats e disponibilidade de alimento aos organismos

invertebrados no solo, como também melhorar as condições físicas e químicas deste ambiente (Silva et al., 2011).

Por outro lado, o SC proporcionou os menores valores dos parâmetros ecológicos da fauna epigea (**Figura 1**), provavelmente, em decorrência da menor diversidade de espécies vegetais utilizadas neste manejo (sucessão soja/milho) e do revolvimento do solo, com contínuas arações e gradagens, promovendo um efeito direto na estabilidade do ambiente do solo e, conseqüentemente, afetando a fauna epigea. A redução na quantidade de resíduos culturais, principal fonte de alimento e habitat natural, provoca um desequilíbrio entre os organismos do solo, levando à redução de inúmeros indivíduos e famílias, até que um novo equilíbrio se estabeleça (Aquino et al., 2008), podendo afetar também a assimilação de nutrientes pelas plantas e a produtividade das culturas. A modificação dos parâmetros físicos, químicos e estrutura biológica do solo resultante do preparo do solo no SC tem sido observada na região dos Cerrados (Salton et al., 2008; Silva et al., 2011).

Assim, estes resultados demonstram que o tipo de manejo e o consórcio de culturas com rotação influenciam diretamente na ocorrência de comunidades da fauna epigea do solo.

CONCLUSÕES

De modo geral, a comunidade da fauna epigea do solo respondeu às alterações causadas pelos diferentes sistemas avaliados, indicando o fragmento de floresta semidecídua (FS) e os sistemas de manejo, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-a), integração lavoura-pecuária (ILP-a) e o sistema plantio direto (SPD) com as melhores condições para o desenvolvimento dos organismos da fauna epigea do solo, quando comparados com pastagem contínua (PC) e sistema convencional (SC) de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PROBIO II (Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para a Biodiversidade) pelo suporte financeiro concedidos. Fábio Martins Mercante agradece ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A.M.; SILVA, R.F.; MERCANTE, F.M.; CORREIA, M.E.F.; GUIMARÃES, M.F. & LAVELLE, P. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. *Eur. J. Soil Biol.*, 44:91-97, 2008.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.3-21. (SSSA. Special publication, 35).
- LAVELLE, P. Functional domains in soils. *Ecol. Res.*, 17:441-450, 2002.
- MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179p.
- PORTILHO, I.I.R.; CREPALDI, R.A.; BORGES, C.D.; SILVA, R.F.; SALTON, J.C. & MERCANTE, F.M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, 46:1310-1320, 2011.
- SALTON, J.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M. & BROCH, D.L. Agregados e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:11-21, 2008.
- SILVA, R.F.; GUIMARÃES, M.F.; AQUINO, A.M. & MERCANTE, F.M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, 46:1277-1283, 2011.
- SILVA, F.A.S. & AZEVEDO, C.A.V. Principal components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: *WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE*, 7., 2009, Reno. Proceedings. Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. 1 CD-ROM.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C.V.S.; CARVALHO, P.C.F. & MARTINS, A.P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:79-88, 2010.
- VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:743-755, 2009.

Tabela 1- Culturas utilizadas em rotação/sucessão nos diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	2009/2010	2011/2012	2012*	2012/2013
SPD	Soja	Soja	Milho + <i>B. ruziziensis</i>	Soja
SC	Soja	Soja	Milho	Soja
EUC	-	-----Eucalipto-----		
PC	Soja	----- <i>B. brizantha</i> cv. Xaraés-----		
ILP-a	Soja	Soja	Milho + <i>B. ruziziensis</i>	Soja
ILP-b	Soja	----- <i>B. brizantha</i> cv. Xaraés-----		
ILPF-a	Soja + Eucalipto	Eucalipto + Soja	Eucalipto + Milho + <i>B. brizantha</i> cv. Xaraés	Eucalipto + Soja
ILPF-b	Soja + Eucalipto	-----Eucalipto + <i>B. brizantha</i> cv. Xaraés-----		
FS	-----	-----Floresta semidecídua-----		

SPD, Sistema Plantio Direto; SC, sistema convencional; EUC, silvicultura com eucalipto; PC, pastagem contínua; ILP-a e ILP-b, sistemas de Integração Lavoura-Pecuária; ILPF-a e ILPF-b, Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e FS, floresta semidecídua.

*época de avaliação, safra de outono/inverno, julho/2012.

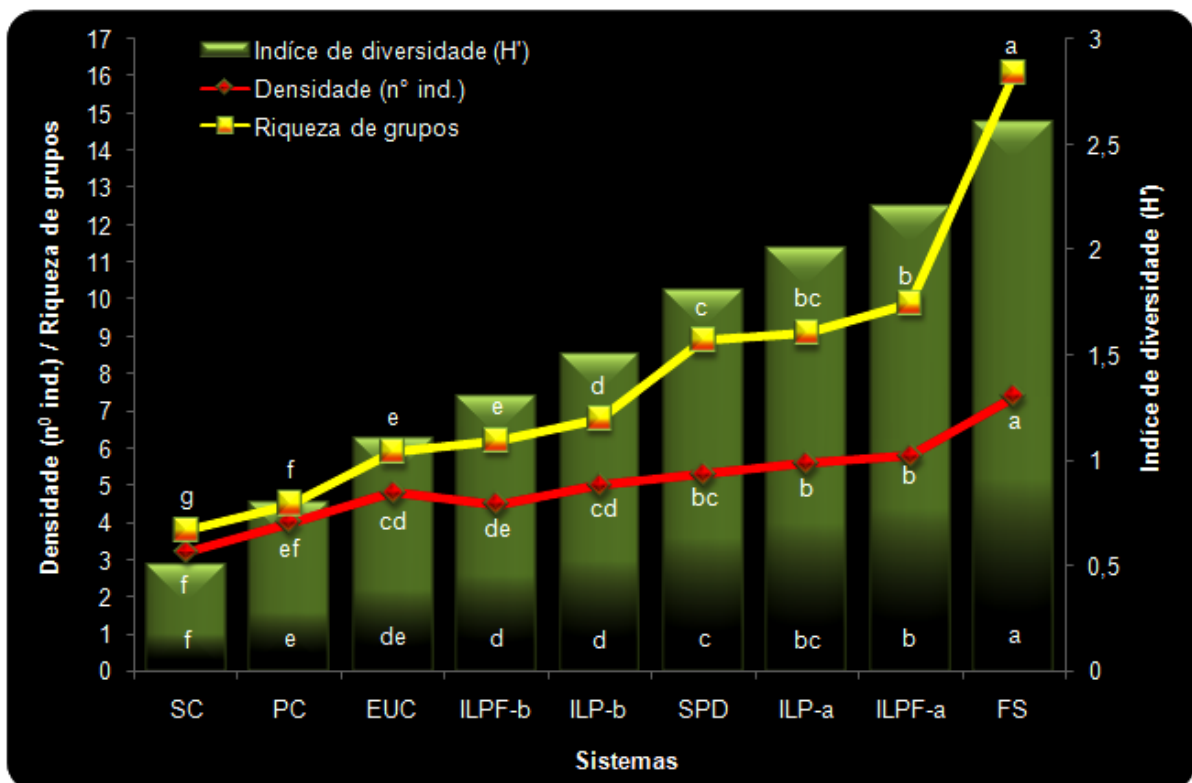


Figura 1 – Parâmetros ecológicos da comunidade de macroinvertebrados da fauna epígea, em Sistema de Plantio Direto (SPD), sistema convencional (SC), silvicultura com eucalipto (EUC), pastagem contínua (PC), sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP-a e ILP-b), sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF-a e ILPF-b) e floresta semidecídua (FS). Ponta Porã, MS. Valores médios de 10 repetições. Letras diferentes nas barras e sobre as linhas indicam diferenças estatísticas (Tukey, $p < 0,05$).