



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE UM LATOSSOLO DE CERRADO SOB SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Álisson da Silva Lopes⁽¹⁾; Eudaci Tavares Bezerra⁽²⁾; Fernanda Rodrigues Rabello⁽³⁾; Layra Emily Rodrigues Dias⁽⁴⁾; Lucas Rolim⁽⁵⁾; Lourival Vilela⁽⁶⁾; Fábio Bueno dos Reis Junior⁽⁶⁾; Ieda de Carvalho Mendes⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia da UPIS; Laboratório de Microbiologia; Embrapa Cerrados BR 020 Km 18 Planaltina, DF - Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223; alissonlopes.agro@gmail.com ⁽²⁾ Estudante de Biologia da UNIP; Laboratório de Microbiologia; Embrapa Cerrados BR 020 Km 18; Planaltina, DF - Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223 ⁽³⁾ Engenheira Agrônoma; Bolsista da FUNAPE - Embrapa Cerrados; Laboratório de Microbiologia; Embrapa Cerrados BR 020 Km 18; Planaltina, DF - Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223 ⁽⁴⁾ Estudante de Gestão Ambiental da UnB; Laboratório de Microbiologia; Embrapa Cerrados BR 020 Km 18; Planaltina, DF - Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223 ⁽⁵⁾ Biólogo; Técnico do Laboratório de Microbiologia; Embrapa Cerrados BR 020 Km 18; Planaltina, DF - Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223 ⁽⁶⁾ Pesquisadores da Embrapa Cerrados Embrapa Cerrados BR 020 Km 18 Planaltina, DF - Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223

Resumo – A integração de sistemas de cultivos anuais com pastagens representa uma alternativa sustentável para a recuperação de solos degradados na região dos cerrados evitando o desmatamento de novas áreas sob vegetação nativa. Este trabalho teve como objetivo, avaliar a atividade enzimática de um Latossolo Vermelho Amarelo sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. O estudo foi realizado num experimento de integração lavoura-pecuária iniciado em 1991. Foram avaliados cinco tratamentos: lavoura contínua, pastagem contínua de gramínea pura, pastagem consorciada contínua (gramínea +leguminosa), rotação lavoura/pastagem e rotação pastagem /lavoura, além de quatro parcelas sob vegetação nativa. A amostragem foi realizada em março de 2011 e o solo foi coletado na profundidade de 0-10 cm. Foram avaliadas a atividade das enzimas β -glicosidase, arilsulfatase e fosfatase ácida. As pastagens consorciadas e o tratamento rotação pastagem/lavoura promoveram incrementos na atividade da enzima fosfatase ácida. Para as demais enzimas os efeitos não foram significativos. Na pastagem consorciada contínua, os níveis de atividade da β -glicosidase e da arilsulfatase foram 2,2 vezes maiores do que na área sob vegetação nativa.

Palavras-Chave: β -glicosidase, arilsulfatase e fosfatase ácida, bioindicadores, pastagens.

INTRODUÇÃO

Dos 204 milhões de hectares da Região do Cerrado, aproximadamente 50 milhões são ocupados por pastagens cultivadas, sendo que entre 70 e 80% destas encontra-se em algum estágio de degradação (Sano et al., 2000). A incorporação dessas áreas de pastagens degradadas ao processo produtivo, por meio dos processos convencionais de recuperação ou por meio da integração com lavoura, constitui-se numa oportunidade única de expandir as áreas agrícolas no cerrado, sem incorrer no desmatamento de novas áreas

sob vegetação nativa. Por esta razão, essas duas práticas (recuperação de pastagens degradadas e integração lavoura/pecuária) foram incluídas no programa ABC (Agricultura e Baixo Carbono) implantado pelo governo brasileiro para estimular ações mitigadoras de gases de efeito estufa na agricultura (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010).

A integração lavoura pecuária (ILP) possibilita um sinergismo entre os sistemas anual e perene onde as pastagens, aproveitando os resíduos dos fertilizantes aplicados aos cultivos, contribuem para a recuperação e melhoria das propriedades do solo. Sozinhos, esses sistemas apresentam problemas que em sua maioria podem ser resolvidos pela rotação de culturas anuais com pastagens. Entre os mais importantes benefícios estão: incremento da fertilidade do solo, aumento na atividade biológica, maior eficiência na ciclagem de nutrientes, melhoria das propriedades físicas do solo, controle de doenças, pragas e plantas daninhas (Spain et al., 1996).

As atividades de algumas enzimas do solo relacionadas ao ciclo do carbono (β -glicosidase), fósforo (fosfatase ácida) e enxofre (arilsulfatase) vêm sendo estudadas na Embrapa Cerrados desde 1998, como forma de avaliar o impacto de diferentes sistemas de manejo no funcionamento biológico do solo. Além dos microrganismos, no solo, as enzimas também podem ser produzidas por plantas e animais (Dick, 1994; Tabatabai, 1994). Elas participam não só das reações metabólicas intercelulares responsáveis pelo funcionamento e pela manutenção dos seres vivos, mas também atuam de forma extracelular como catalisadoras de várias reações que resultam na decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, formação da matéria orgânica e da estrutura do solo (Mendes & Vivaldi, 2001).

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em um experimento de longa duração, o efeito de sistemas integrados lavoura pecuária na atividade enzimática de um latossolo de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Embrapa Cerrados (Planaltina, DF), num experimento de integração lavoura-pecuária iniciado em 1991. O solo é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado típico, cuja fração argila é predominantemente composta por gibbsita, caulinita, e óxidos de ferro (Chapuis-Lardy et al., 2002), com 61% de argila, 8% de silte e 31% de areia. A área de cada parcela experimental é de 50 m de comprimento por 40 m de largura. Para este trabalho foram selecionados cinco tratamentos: lavoura contínua, pastagem contínua de gramínea pura, pastagem consorciada contínua (gramínea +leguminosa), rotação lavoura/pastagem e rotação pastagem /lavoura, além de quatro parcelas sob vegetação nativa, tipo Cerrado típico, que servem como referência das condições originais do solo. Nos sistemas de integração lavoura-pecuária, a alternância entre pastagem e lavoura, e vice-versa ocorre a cada quatro anos, com o objetivo de recuperar a fertilidade das pastagens por meio da fertilização das culturas anuais. Maiores detalhes sobre as rotações podem ser obtidos em (Marchão et al. 2007). Para este estudo, em que as amostras de solo foram coletadas em março de 2011, as espécies vegetais presentes na área eram: milho (no tratamento lavoura contínua), *Brachiaria decumbens* (no tratamento pastagem contínua de gramínea pura), *Brachiaria decumbens* + guandu (no tratamento pastagem consorciada contínua) milho (no tratamento rotação lavoura/pastagem) e *Brachiaria* cv *Piatã* (no tratamento rotação pastagem /lavoura).

Cada amostra de solo foi composta por quinze sub-amostras coletadas na profundidade de 0-10 cm, com a utilização de um trado holandês. Após a coleta, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, homogeneizadas e transportadas para o laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Cerrados onde ficaram armazenadas a uma temperatura de 7°C até o momento da realização das análises. No laboratório, as amostras foram passadas por uma peneira de malha 4 mm, os resíduos de plantas e raízes foram cuidadosamente retirados de forma manual.

Foram determinadas as atividades das enzimas β -glicosidase, arilsulfatase e fosfatase ácida utilizando-se os métodos descritos por Tabatabai 1994. Esta metodologia tem por base a incubação das amostras de solo com uma solução tamponada de substratos específicos para cada enzima, promovendo a liberação do *p*-nitrofenol que é determinado colorimetricamente. Para cada amostra foram realizadas duas repetições analíticas mais um controle (branco). A quantidade de *p*-nitrofenol formada em cada amostra foi determinada com base numa curva padrão preparada com concentrações conhecidas de *p*-nitrofenol (0, 10, 20, 30, 40, 50 μ g de *p*-nitrofenol ml⁻¹). A atividade enzimática é expressa em μ g de *p*-nitrofenol liberado por hora por grama de solo seco (μ g *p*-nitrofenol h⁻¹ g⁻¹ solo).

O teor de matéria orgânica das amostras de solo foi determinado pela oxidação por via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico seguido da

titulação com sulfato ferroso amoniacal (Walkley e Black, 1934).

Os resultados foram submetidos a análise de variância utilizando o PROC ANOVA do pacote estatístico SAS 9.1. Quando o teste F detectou significância estatística o teste de Tukey (t) ($p < 0,05$) foi utilizado para distinção das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Mudanças relacionadas à quantidade e à qualidade do resíduo vegetal retornado ao solo nas áreas cultivadas e nas áreas nativas e também ao uso de adubos e calcário nas áreas cultivadas, interferiram na atividade enzimática do solo. Na pastagem consorciada contínua, por exemplo, os níveis de atividade da β -glicosidase e da arilsulfatase, foram 2,2 vezes maiores do que na área sob vegetação nativa. Por outro lado, o uso de adubo fosfatados nos tratamentos lavoura contínua e rotação lavoura/pastagem (que estava sob cultivo de milho no momento da amostragem) promoveu reduções de 40% na atividade da fosfatase ácida em relação às áreas nativas.

Entre os tratamentos componentes do experimento de integração lavoura-pecuária, diferenças estatisticamente significativa foram obtidas somente para a fosfatase ácida, responsável pela mineralização do P orgânico. Na pastagem consorciada contínua e no tratamento rotação pastagem/lavoura (que estava sob cultivo de braquiária no momento da amostragem) os níveis de atividade dessa enzima foram semelhantes aos das áreas sob Cerrado nativo e significativamente maiores que os dos demais tratamentos. Conforme mencionado anteriormente, esse efeito está relacionado ao uso de adubos fosfatados, os quais inibem a atividade dessa enzima (Tabatabai, 1994; Mendes et al 2003). Na pastagem de gramínea contínua, a razão para uma menor atividade da fosfatase ácida precisa ser investigada em estudos futuros, pois pode estar associada ao genótipo de braquiária utilizado nessa pastagem.

Embora os tratamentos não tenham diferido estatisticamente com relação aos níveis de atividade das enzimas glicosidase e arilsulfatase e também com relação aos teores de matéria orgânica foi observado uma tendência de maiores valores nos tratamentos pastagem consorciada contínua e rotação pastagem/lavoura (que estava sob cultivo de braquiária no momento da amostragem), evidenciando o potencial desses tratamentos para incrementar a atividade biológica e o acúmulo de carbono no solo. Um das explicações, para essa ausência de significância estatística está relacionado ao delineamento experimental que apresenta baixo número de repetições do no campo (duas repetições por tratamento), o que aumenta o rigor da análise estatística. Por outro lado o baixo numero de repetições é consequência do tamanho das parcelas, que precisa ser grande para permitir o manejo dos animais.

A área onde esse trabalho foi conduzido tem sido objeto de outros estudos nos quais foi observado que os efeitos das pastagens consorciadas e dos sistemas integrados foram mais acentuados (Oliveira 2000, Silva 2009). Dessa forma, demonstra a importância do monitoramento de longo prazo para avaliar os impactos dos diferentes sistemas de manejo no funcionamento biológico do solo.

CONCLUSÕES

1. As pastagens consorciadas e o tratamento rotação pastagem/lavoura promoveram incrementos na atividade da enzima fosfatase ácida.
2. Na pastagem consorciada contínua, os níveis de atividade da β -glicosidase e da arilsulfatase, foram 2,2 vezes maiores do que na área sob vegetação nativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o CNPq e a equipe do laboratório de Microbiologia do Solos da Embrapa Cerrados: Clodoaldo Alves de Souza e Osmar Teago de Oliveira. Trabalho financiado parcialmente pelo CNPq com recursos do Edital de Redes REPENSA, projeto “Biondicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade de agroecossistemas – FASE II” e do Projeto Prodesilp financiado com recurso da FINEP.

REFERÊNCIAS

- CHAPUIS-LARDY, I.; BROSSARD M.; ASSAD, M. I.; LAURENT, J. Y. Carbon and phosphorus stocks of clayey Ferralsols in Cerrado native and agroecosystems, Brazil. *Agric., Ecosyst. Environ.*, 92: 147-158, 2002.
- DICK, R.P. Soil enzymes activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., ed. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, (Special Publication number, 35), 1994. p.107-124.
- MARCHÃO, R.L. Integração lavoura-pecuária num Latossolo do Cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna. Tese (Doutorado em Agronomia - Solo e Água) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 153 p, 2007.
- MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B. dos. Uso de parâmetros microbiológicos como indicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. (Documentos 112).2004, 34 p.
- MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um LE sob plantio convencional e direto no Cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:435-443, 2003.
- MENDES, I. C.; VIVALDI, L. Dinâmica da biomassa e atividade microbiana em uma área sob mata de galeria na região do DF. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. de; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). *Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de galeria*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2001. p. 664-687.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Programa ABC. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento_sustentavel/programa-abc>. Acesso em 18 maio. 2011.
- OLIVEIRA, J.R.A. O impacto de sistemas integrados de lavouras e pastagens na biomassa-C e na atividade biológica de um Latossolo Vermelho-Escuro de Cerrado. Brasília, Universidade de Brasília, 2000. 115p. (Tese de Mestrado).
- SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O.; BEZERRA, H. S. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. *Past. Tropicales*, 22: 2-15, 2000.
- SILVA, L.G.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F.B.; FERNANDES, M.F.; MELO, J.T.; KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de cerrado sob plantio de espécies florestais. *Pesq. agropec. bras.* 44:613-620, 2009.
- SPAIN, J.M.; AYARZA, MA.; VILELA, L. Crop pasture rotations in the Brazilian Cerrados. In PEREIRA, R.C.; NASSER, L.C. (ed.) 8º Simpósio sobre o cerrado. 1 st Internacional Symposium on tropical Savannas, Anais. 1st ed. Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária-CPAC, Brasília, DF, 1996. p.39-45.
- TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, J. S.; BOTTOMLEY, P. S. (Ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Microbial and biochemical properties*. SSA, (Special Publication, 5), 1994. p. 775-833.
- WALKLEY A.; BLACK, I.A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38, 1934.

Tabela 1 - Atividade enzimática e matéria orgânica de um Latossolo Vermelho Amarelo do cerrado sob vegetação nativa, culturas anuais, pastagens e sistemas integrados lavoura pastagem:

Tratamentos	β -Glicosidase	Fosfatase Ácida	Arilsulfatase	Matéria Orgânica
	----- $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1}\text{ solo h}^{-1}$ -----			(g kg^{-1})
Lavoura Contínua	115	741 b	103	27,4
<u>Lavoura</u> /Pastagem ¹	114	903 b	136	28,7
Pastagem contínua	100	962 b	109	26,7
<u>Pastagem</u> / Lavoura ²	126	1390 a	154	29,9
Pastagem Consorciada	131	1419 a	207	32,4
Cerrado ³	59 $\pm$ 10	1287 $\pm$ 178	93 $\pm$ 19	28 $\pm$ 6

Valores seguidos por mesmas letras maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A ausência de letras indica ausência de significância estatística.

¹ Tratamento sob milho na época da amostragem em março de 2011

² Tratamento sob braquiária cv Piatã na época da amostragem em março de 2011

³ Dados médios de 4 parcelas $\pm$ o desvio padrão.