

## Atividade Enzimática do Solo sob Diferentes Culturas em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

Igor Henrique Sena da Silva<sup>1</sup>, Eduardo de Paula Simão<sup>2</sup>, Miguel Marques Gontijo<sup>3</sup>, Ivanildo Evódio Marriel<sup>4</sup>, Luciano Rodrigues Queiróz<sup>5</sup> e Sabrina Aparecida de Oliveira<sup>6</sup>, Vincent Simon Jean Albert Couderc<sup>7</sup> e Giovanna Moura Calazans<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Bolsista de iniciação científica PIBIC/FAPEMIG e graduando em Eng. Agrônômica pela Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG. [igor\\_ufsj@hotmail.com](mailto:igor_ufsj@hotmail.com); <sup>2</sup> Bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq e graduando em Eng. Agrônômica pela FEAD-BH, Belo Horizonte, MG. [eduardososimaogronomo@yahoo.com.br](mailto:eduardososimaogronomo@yahoo.com.br); <sup>3,4</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas. [mgontijo@cnpmc.embrapa.br](mailto:mgontijo@cnpmc.embrapa.br), [imarriel@cnpmc.embrapa.br](mailto:imarriel@cnpmc.embrapa.br); <sup>5</sup> Bolsista pós doutorando PNPd/CAPES/Embrapa Milho e Sorgo. [loroqueiroz@yahoo.com.br](mailto:loroqueiroz@yahoo.com.br) <sup>6</sup> Estagiária da Embrapa Milho e Sorgo graduando em Eng. Ambiental pelo Centro Universitário de Sete Lagoas UNIFEMM, Sete lagoas, MG. [sabrina.oliveira.1@hotmail.com](mailto:sabrina.oliveira.1@hotmail.com) <sup>7</sup> Graduando em Eng. Agrônômica pela Montpellier Supagro, Montpellier, França. [bid134@hotmail.fr](mailto:bid134@hotmail.fr) e Eng. Ambiental pelo Centro Universitário UNIFEMM, Sete Lagoas, MG. [giovannacalazans@hotmail.com](mailto:giovannacalazans@hotmail.com).

**RESUMO** - Com a grande preocupação ambiental que é recorrente nos dias atuais, a utilização de sistemas de produções agrícolas que consigam obter altas produtividades sem comprometer a qualidade do solo (QS) se faz necessário. Neste sentido, o sistema de integração lavoura pecuária (ILP) vem ganhando cada vez mais força, pois se mostra como importante alternativa aos atuais sistemas intensivos de produção, incrementando a resiliência ambiental pelo aumento da diversidade biológica. O monitoramento da atividade enzimática do solo constitui indicadores sensíveis para detectar alterações ambientais decorrentes do uso agrícola. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a atividade enzimática do solo sob diferentes culturas em sistema de ILP, usando as enzimas urease e arginase como indicadores de QS. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida, com 5 tratamentos e três repetições. Foram avaliados os seguintes tratamentos (1- Milho solteiro em monocultivo; 2-Santa-Fé (Milho consorciado com *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *brizantha* cv. Piatã) em monocultivo; 3- Soja em monocultivo; 4- Pastagem de *U. brizantha* cv. Piatã em monocultivo; 5- solo de cerrado (testemunha) em duas profundidades de amostragem (0-10 e 20-40 cm). Não houve diferença significativa para a atividade de urease e arginase em função de profundidade. Contudo, observou-se uma ligeira tendência de decréscimo na atividade das enzimas com o aumento da profundidade na cultura do milho e da soja. A atividade de urease em áreas cultivadas com milho (monocultivo e consorciado), soja e pastagem diferiram estatisticamente da área de cerrado. Independente de profundidade, a atividade de urease apresentou maior sensibilidade em detectar a influência dos diferentes manejos de solo, em relação à arginase, comportando-se como bioindicador adequado de QS.

**Palavras chave:** Qualidade do solo, atividade microbiana, urease e arginase.

### Introdução

Qualidade do solo (QS) é a capacidade de um solo em funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens (DORAN, 1997). Em outras palavras, é a capacidade do solo em exercer suas funções vitais na natureza, com destaque para a regulação, compartimentalização do fluxo de

água e energia no ambiente, formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais à saúde humana e animal, ciclagem de elementos na biosfera e em funcionar como meio de crescimento das plantas (KARLEN et al., 1997). De acordo com Carter (2001) esta qualidade está relacionada com as funções que capacitam o solo em aceitar, estocar, e reciclar água, nutrientes e energia. Nesse contexto, QS é a integração das propriedades físicas, químicas e biológicas que o habilita a exercer todas suas funções em sua plenitude. Para o Serviço de Conservação dos Recursos Naturais (NRCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), QS é expressa como a capacidade do solo em desempenhar suas funções no momento atual e a preservação dessas funções para o seu uso futuro (USDA-NRCS, 2008). Conseqüentemente, a QS torna-se indispensável para a sustentabilidade agrícola. Assim, são crescentes as discussões e os debates envolvendo a pesquisa e a sociedade em geral, reavaliando o uso do solo na agricultura, buscando novos sistemas produtivos que não comprometa o seu funcionamento e que atendam aos preceitos de uma agricultura conservacionista.

Neste cenário, os sistemas de integração lavoura pecuária (ILP) têm assumido um papel importante como alternativa aos atuais sistemas intensivos e pouco sustentáveis de produção agrícola. De acordo com a FAO (2010), os sistemas de ILP são capazes de incrementar a resiliência ambiental pelo aumento da diversidade biológica. De acordo com Salton (2005), os sistemas de ILP causam mudanças nos atributos físicos, químicos e biológicos e na matéria orgânica do solo, além de promover o desenvolvimento radicular e a capacidade de produção dos solos agrícolas.

Como o funcionamento de quaisquer ecossistemas depende dos atributos biológicos, o monitoramento da atividade microbiana constitui indicadores sensíveis para detectar alterações ambientais decorrentes do uso agrícola e, portanto, são ferramentas úteis para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas (Santana e Bahia Filho, 1998). Entretanto, os estudos sobre o impacto de diferentes sistemas de manejo, principalmente ILP nos trópicos, e da interferência das culturas na atividade microbiana dos solos de Cerrado são proeminentes (Mendes et al., 1999). Dentre as diversas enzimas presentes no solo, a arginase e urease são exemplos de bioindicadores de QS, pois participam ativamente de processos envolvidos na ciclagem de nitrogênio (Arunachalan et al., 2009). Araújo et al. (2011), avaliando a atividade de urease e arginase em diferentes manejos de ILP, observaram que, a profundidade de solo não influenciou essas atividades enzimáticas, porém, relataram diferença significativa para a urease em função dos diferentes sistemas de manejo, demonstrando sua sensibilidade como indicador de QS.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a atividade microbiana em diferentes profundidades de solo sob diferentes culturas em sistema de ILP, utilizando as enzimas arginase e urease como indicadores de QS.

### **Materiais e Métodos**

O estudo foi realizado em experimento de longo prazo instalado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG (19° 28' S e 44° 15' O, 732 m de altitude) na safra 2010/2011, em solo LVd sob cerrado sub-caducifólio. O clima é do tipo Aw (tropical estacional de savana) segundo a classificação de Köppen. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida, com três repetições. Foram avaliados em parcelas de 168 m<sup>2</sup> (12 x 14 m) 5 tratamentos (1- Milho solteiro em monocultivo; 2-Santa-Fé (Milho consorciado com *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *brizantha* cv. Piatã) ; 3- Soja em monocultivo; 4- Pastagem de *U. brizantha* cv. Piatã em monocultivo; 5- solo de cerrado (testemunha) e nas subparcelas as 2 profundidades de amostragem (1- 0-10 cm e 2- 20-40 cm). As parcelas onde foram estabelecidas as culturas anuais foram dessecadas com 2 l ha<sup>-1</sup> de glifosato e 0,5 l ha<sup>-1</sup> de 2.4-D no início do período chuvoso. O plantio do milho (65000 plantas ha<sup>-1</sup>) e de soja (220000 plantas ha<sup>-1</sup>) foi realizado com semeadora de sete linhas, espaçadas de 45 cm. O cultivar de soja utilizado foi a BRS Valiosa-RR, inoculada e semeada com 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 02-20-20. No caso do milho, utilizou-se o híbrido simples DAS 2B655 Hx contendo gene Bt. A adubação de plantio foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 08-28-16 e na adubação de cobertura 250 kg ha<sup>-1</sup> de uréia no estágio V5/V6. Nas parcelas de milho consorciadas com capim foram utilizados 4 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis (SPV) de *U. brizantha* Piatã tratadas com fipronil e misturadas ao adubo no momento de plantio do milho. O controle de plantas espontâneas na cultura do milho solteiro e consorciado foi realizado com aplicação de 3 l ha<sup>-1</sup> de atrazina e subdose de 8 g i.a. ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron. Nas parcelas com soja foi realizada aplicação de glifosato.

As amostras de solo para determinação da atividade das enzimas foram coletadas após a colheita das culturas, nos diferentes tratamentos, nas profundidades de 0-10 e 20-40 cm nas linhas de semeadura das culturas anuais e aleatoriamente no cerrado. A atividade de arginase (taxa de hidrólise da arginina) foi determinada através do método proposto por Alef e Kleiner (1986) e da urease (taxa de hidrólise da uréia), através do método proposto por Kandeler e Gerber (1988). Os dados foram submetidos à análise de variância segundo o DBC seguindo o esquema de parcela subdividida. As médias foram testadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%

de significância. Foi utilizado o procedimento ANOVA do programa SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

### **Resultados e Discussão**

A urease é uma enzima produzida por microrganismos e plantas, mas quase toda sua composição está no solo proveniente da microbiota. Não houve diferença significativa para a atividade de urease e arginase em função de profundidade, ao nível de 5% de probabilidade, porém observou-se uma ligeira tendência de decréscimo na atividade de urease com o aumento da profundidade na cultura do milho e da soja (Tabela 1). Esses dados corroboram com os estudos realizados por Marriel et al. (2005), que estudando a atividade de urease em diferentes profundidades nas culturas do milho, crotalária e mucuna, indicaram o mesmo decréscimo na cultura do milho, e além disso, observou correlação positiva entre a atividade de urease com parâmetros da diversidade funcional. Isto demonstra a importância desses atributos para a função dos ecossistemas. De modo similar, maiores valores de atividade enzimática na camada superficial do solo, principalmente de urease, também foram verificados por Garcia e Nahas (2007). A atividade de urease em áreas cultivadas com milho (monocultivo e consorciado), soja e pastagem diferiram estatisticamente da área de cerrado a 5% de probabilidade. Segundo Bandick e Dick (1999) é comum encontrar valores relativamente maiores em solos de mata quando comparados a solos com outro tipo de vegetação e mesmo em solos sob culturas, já que a microbiota é favorecida pela maior diversidade florística e pela cobertura vegetal, que propicia maior acúmulo de matéria orgânica, fornecendo maior quantidade de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade microbiana. Valores mais elevados em ecossistema sem interferência antrópica, como é o caso da mata, também foram verificados por Meloni et al. (2001) para microrganismos amonificadores e por Zhang et al. (2006) para a atividade da urease. Independente de profundidade, a atividade de urease apresentou maior sensibilidade em detectar influência dos diferentes manejos de solo, em relação à arginase. Em geral, a atividade da arginase é dependente de população microbiana metabolicamente ativa e catalisa a degradação da arginina no solo, liberando amônio ( $\text{NH}_4$ ), que pode ser imobilizado pela comunidade microbiana ou excretado na solução do solo. Esse processo tem sido utilizado como medida do N potencialmente mineralizável do solo. Portanto, não houve diferença significativa neste potencial para as culturas amostradas em sistema de ILP.

## Conclusões

- 1- Não houve efeito significativo da profundidade sobre a atividade microbiana nos sistemas de manejos testados.
- 2- A atividade de urease apresenta maior sensibilidade para detectar diferenças em função dos sistemas estudados, comportando-se como bioindicador adequado de qualidade do solo.
- 3- A conversão do ecossistema cerrado para agroecossistema reduz a atividade microbiológica do solo.

## Literatura citada

ALEF, K. and KEINER, D. Arginine ammonification, a simple method to estimate microbial activity potentials in soils. **Soil Biol, Biochem.**, v.18 n° 2:233-235,1986. ARAÚJO, A. S. F. E; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

ARAÚJO, J. M.; MARRIEL, I. E.; VIANA, J. H. M.; GONTIJO NETO. M. M.; NEVES, A. O. Atividade Microbiana em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária em solo sob cerrado. Resumos expandidos. In: **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, 6, 2011, Fortaleza.

ARUNACHALAN, A. & MELKANIA, N.P. Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountains ecosystems of India. **Soil Biol. Biochem.**, 30:217-223, 2009.

CARTER, M.R. Organic matter and sustainability. In: REES, B.C.; BALL, B.C.; CAMPBELL, C.D. & WATSON, C.A., eds. **Sustainable management of soil organic**. Wallingford, CAB International, 2001. p.9-22.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**, 3-21, 1994. (Special Publication, 35)

FAO (Food and Agriculture Organization). Documento de comunicação do governo brasileiro ao UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) por ocasião da COP 15 (15th Conference of Parties – Copenhagen – janeiro de 2010)

GARCIA, M.R.L.; NAHAS, E. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem com diferentes lotações de ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p.269-276, 2007.

KANDELER, E.; GERBER, H. Short term assay of soil urease activity using colorimetric determination ammonium. **Biol. Fert. Soils**, 6:68-72, 1988.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F. & SCHUMAN, G.E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 61:4-10, 1997.

MARRIEL, I. E.; OLIVEIRA, C. A.; UTIDA, M. K.; MONTEIRO, G. G.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Bioindicadores de Qualidade do Solo de Cerrado sob Sistemas de Manejo para a Produção Orgânica. **Circular técnica**. Sete Lagoas. v. 6. p. 1-6, 2005.

MELLONI, R.; PEREIRA, E.G.; TRANNIN, I.C.B.; DOS SANTOS, D.R, MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Características Biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v.25, n.1, p.7-13, 2001.

MENDES, I.C.; CARNEIRO, R.G.; CARVALHO, A.M.; VIVALDI, L. & VARGAS, M.A.T. **Biomassa C e atividade microbiana em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional**. Planaltina, EMBRAPA Cerrados, 1999. 5p.(Pesquisa em Andamento, 5).

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2005. 158 p. (Tese de Doutorado).

SANTANA, D.F. & BAHIA-FILHO, A.F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: **WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE**, 16., Montpellier, França. Proceedings. Montpellier, ISS, 1998. ROM

SAS Institute. **SAS/STAT User`s Guide**, version 8.0, Cary: SAS Institute Inc., 2001.

SOUZA, E.D. et al., Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistemas de integração agricultura-pecuária submetidos a intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:1273-1282, 2008.

USDA-NRCS. **Soil Quality Institute**, Ames, IA. Disponível em: <http://soils.usda.gov/sqi/> Acesso em: 15 de abr. 2008.

ZHANG, P.; LI, L.; PAN, G.; REN, J. Soil quality changes in land degradation as indicated by soil chemical, biochemical and microbiological properties in a karst area of southwest Guizhou, China. **Environmental Geology**, v.51, p. 609-619. 2006.

**Tabela 1-** Atividade de urease e arginase em amostras de solo sob diferentes profundidades e culturas em sistema de ILP. Valores médios de três repetições. Sete Lagoas, MG.

Tratamento	UREASE			ARGINASE		
	0-10	20-40	Média	0-10	20-40(cm)	Média
Milho	0,432	0,379	0,405 B	0,287	0,336	0,312 A
Santa-fé	0,349	0,471	0,410 B	0,293	0,265	0,279 A
Soja	0,375	0,349	0,362 B	0,369	0,376	0,373 A
Pastagem	0,367	0,514	0,441 B	0,260	0,264	0,262 A
Cerrado	0,702	0,636	0,669 A	0,282	0,289	0,286 A
Média	0,445	0,483	0,457	0,280	0,289	0,302
CV (%)	24,7	17,6	21,3	18,8	16,9	17,2

\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.