



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 SOLOS DO CERRADO SOB CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Geancarlo Henrique da Silva Ribeiro⁽¹⁾; Layra Emily Rodrigues Dias⁽²⁾; Patrícia Rezende Fontoura⁽³⁾; Ivan Gomes dos Santos⁽⁴⁾; Cristine Chaves Barreto⁽⁵⁾; Fabio Bueno dos Reis Junior⁽⁶⁾; Ieda de Carvalho Mendes⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Mestrando em Biotecnologia e Ciências Genômicas-UCB; estagiário do Laboratório de Microbiologia da Embrapa-Cerrados. Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, CEP 73310-970 Planaltina, DF, e-mail:geanunai@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Estudante de Gestão Ambiental da Universidade de Brasília; estagiária do Laboratório Microbiologia dos Solos; Embrapa Cerrados BR 020 km 18 Planaltina, DF-Brasil CEP 73310-970 Caixa Postal: 08223; ⁽³⁾ Gestora de Planejamento, Pesquisa e Desenvolvimento; Usina Jalles Machado S.A; Rodovia GO 080 Km 75,1 - Zona Rural - Goianésia-GO - CEP 76380-000; ⁽⁴⁾ Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento; Usina Jalles Machado S.A ;Rodovia GO 080 Km 75,1 - Zona Rural - Goianésia-GO - CEP 76380-000 ⁽⁵⁾ Professora adjunta da Universidade Católica de Brasília-UCB, SGAN Quadra 916 Avenida W5 Norte Modulo CEP 70790-160 - Brasília, DF ⁽⁶⁾ Pesquisador (a) da Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, CEP 73310-970 Planaltina, DF

Resumo – As determinações de atividade enzimática do solo, têm se destacado pela sensibilidade para de detectar alterações nos solos, em função do seu uso e manejo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade das enzimas β -glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase (relacionadas aos ciclos do C, P e S, respectivamente) em solos de cerrado sob vegetação nativa e cultivados com cana-de-açúcar em sistemas de manejo orgânico (estabelecidos há 4 anos e 11 anos), na Usina Jales Machado, localizada no município de Goianésia (GO). As amostras de solos foram coletadas em fevereiro de 2011, em duas profundidades (0-20 e 20-40cm). Os níveis de atividade das enzimas fosfatase ácida e arilsulfatase, nas áreas sob vegetação nativa de cerrado foram superiores aos das áreas sob cultivo de cana. O manejo orgânico da cana-de-açúcar favoreceu a atividade enzimática do solo quando comparado ao manejo convencional. Por outro lado, a queima da palhada reduziu as atividades da fosfatase ácida (nas duas profundidades avaliadas) e da arilsulfatase (profundidade 0 a 20cm). As áreas sob cultivo convencional com ou sem queima da palhada, não diferiram quanto á atividade da β -glicosidase). Os resultados obtidos confirmaram a sensibilidade das avaliações de atividade enzimática para identificar alterações no funcionamento biológico do solo cultivado com cana de açúcar sob diferentes sistemas de manejo.

Palavras-Chave: β -glucosidase, fosfatase ácida, arilsulfatase, orgânico, convencional.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a área cultivada com cana-de-açúcar no país, ocupa em torno de 8,03 milhões de hectares (CONAB, 2010). Estima-se que no ano 2020, essa área aumente para 14 milhões de hectares, com produção de mais de 1 bilhão de toneladas de cana, 45 milhões de toneladas de açúcar, e 65 bilhões de litros de etanol (Matsuoka et al., 2009).

A Região do Cerrado é o foco da expansão atual da cultura da cana-de-açúcar, principalmente em áreas ocupadas anteriormente por pastagens. Assim, a busca por maiores produções de cana-de-açúcar tem acarretado uma maior pressão de ocupação do Cerrado para fins agrícolas (FAEG, 2007). Este fato desperta a preocupação quanto a sustentabilidade dos agroecossistemas do Cerrado, pois essa ocupação não pode ocorrer de forma desordenada, sem levar em consideração as características peculiares desse bioma, acentuando os problemas relacionados à perda da diversidade e degradação dos solos (Silva e Resck, 1997).

O manejo do solo e de sua cobertura vegetal reflete-se em suas características físicas, químicas e biológicas. Pelo fato dos microrganismos responderem mais rapidamente às alterações impostas ao ambiente (Bunemann et al., 2006), o monitoramento das mudanças microbiológicas e sua relação com as práticas de manejo das culturas, apresenta potencial para o estabelecimento de indicadores da qualidade do solo.

O uso das determinações de atividade enzimática do solo, como indicadores capazes de detectar alterações nos solos em função do seu uso e manejo tem sido avaliado em vários estudos (Matsuoka et al., 2003; Chaer & Tótila, 2007; Peixoto et al, 2010). As enzimas participam diretamente dos ciclos biogeoquímicos dos elementos e da ciclagem de nutrientes nos solos. De acordo com Dick (1994), a atividade enzimática de um solo é o resultado do somatório da atividade de enzimas abiônicas e bióticas. As enzimas abiônicas se acumulam no solo e ficam adsorvidas em partículas de argila e na matéria orgânica sendo, em geral, associadas à atividade extracelular. As enzimas bióticas são associadas à células viáveis, sendo, em geral intracelulares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade das enzimas β -glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase (relacionadas aos ciclos do C, P e S, respectivamente) em solos de cerrado sob vegetação nativa e cultivados com cana-de-açúcar em sistemas de manejo orgânico e convencional (com queima e sem queima da palhada), na

Usina Jales Machado, localizada no município de Goianésia (GO).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em fevereiro/2011, na Usina Jales Machado S/A (Goianésia-GO), localizada a 15°10' S de latitude e 49°15' W de longitude, com 640 m de altitude, onde o cultivo da cana-de-açúcar representa a principal atividade. O clima da região é caracterizado, segundo Köppen como tropical de savana, quente e úmido, com inverno seco e verão chuvoso (Aw). O solo é do tipo Latossolo Vermelho, textura argilosa.

Foram selecionadas na usina, quatro talhões onde a cana era manejada nos seguintes sistemas: i) sistema de cultivo orgânico estabelecido há 4 anos, ii) sistema de cultivo orgânico estabelecido há 11 anos, iii) sistema de cultivo convencional sem queima, iv) sistema de cultivo convencional com queima. Uma área sob vegetação nativa do tipo mata, próxima das áreas cultivadas, foi utilizada como referência das condições originais do solo. Cada uma das cinco áreas foi subdividida em três talhões.

Nas áreas sob cultivo de cana foram realizados, nas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40cm, três pontos de amostragem, posicionados nas entrelinhas do plantio. Em cada ponto foram realizados 6 furos, espaçados em 15 cm, com um trado holandês de 5 cm de diâmetro. A área sob mata também foi dividida em três parcelas, sendo que em cada uma foram realizados, com o mesmo trado holandês, 18 furos ao acaso para constituir uma amostra composta.

Após a coleta, o solo foi homogeneizado em um saco plástico e as amostras transportadas para o laboratório e armazenadas em câmara fria a uma temperatura de $7^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização das análises. As atividades das enzimas β -glucosidase, arilsulfatase e fosfatase ácida foram determinadas de acordo com Tabatabai, (1994) através da quantificação colorimétrica do p-nitrofenol (coloração amarela) liberado por essas enzimas, quando o solo é incubado com substratos específicos para cada uma delas.

Os resultados das áreas cultivadas com cana foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a área sob vegetação nativa, calculou-se o desvio padrão (DP) e considerou-se a sobreposição de ± 1 DP como evidência de diferenças entre esta área e as áreas cultivadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de atividade enzimática são apresentados na Tabela 1.

As áreas sob cultivo orgânico apresentaram as maiores atividades da enzima β -glucosidase nas duas profundidades avaliadas, sendo que na profundidade de 0-20cm, quanto maior o tempo de adoção do sistema orgânico maior foi a atividade dessa enzima. Como a β -glucosidase atua na degradação da celobiose, um açúcar simples, prontamente mineralizável no solo, estes resultados provavelmente estão relacionados à

utilização, nessas áreas, de adubos orgânicos (esterco de galinha e cama de frango) e adubos verdes de baixa relação C/N, os quais estimulariam a atividade dessa enzima, seja como substrato para a sua atuação, seja como fonte de microrganismos produtores de β -glucosidase.

Nas duas profundidades avaliadas a área de mata nativa apresentou os maiores níveis de atividade da enzima fosfatase ácida, evidenciando a sua importância para ciclagem do P orgânico nos solos onde esse elemento é deficiente (Mendes et al., 2003; Carneiro et al, 2004). Na profundidade 0 a 20 cm os níveis de atividade da fosfatase ácida nos sistemas de cultivo orgânico foram praticamente o dobro das áreas onde a cana foi cultivada no sistema convencional. Na profundidade 20 a 40 cm a área manejada há 4 anos sob cultivo orgânico apresentou os maiores níveis de atividade de fosfatase ácida.

Nas cinco áreas avaliadas, tanto na profundidade 0-20cm como 20-40cm, as maiores atividades de arilsulfatase foram obtidas na área de mata nativa, seguida pela área cultivada há 11 anos sob cultivo orgânico. As demais áreas não diferiram entre si. Como a arilsulfatase está relacionada à ciclagem do enxofre orgânico, novamente esses resultados refletem o efeito positivo da adição de compostos orgânicos na atividade enzimática do solo. No caso específico dessa enzima deve ser ressaltado que o tempo de adoção do cultivo orgânico também influenciou os resultados, uma vez que a área com 4 anos sob cultivo orgânico não diferiu das áreas sob sistema convencional de cultivo.

As áreas sob cultivo convencional com ou sem queima da palhada, não diferiram quanto à atividade da β -glucosidase. Entretanto, a queima da palhada reduziu as atividades da fosfatase ácida (nas duas profundidades avaliadas) e da arilsulfatase (profundidade 0 a 20cm). Resultados semelhantes com essas duas enzimas foram reportados em solos sul africanos por Graham & Haynes (2005) e por Sant'anna et al.(2009) analisando a atividade enzimática, pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), de solos sob cana-de-açúcar em Alagoas. O manejo sem queima favorece a imobilização da matéria orgânica na fração argila exercendo, dessa forma, um papel protetor para as enzimas do solo. Em contrapartida, com a queima, grandes quantidades de C e nutrientes são perdidos por volatilização, resultando no decréscimo da atividade enzimática.

As relações entre as profundidades 0-20cm e 20-40cm, para cada parâmetro microbiológico avaliado também são apresentadas na Tabela 1. Em geral, a atividade microbiana decresce à medida que aumenta a profundidade do solo, conforme pode ser verificado para as enzimas β -glucosidase (em todos os tratamentos) e arilsulfatase (em todos os tratamentos com exceção da cana cultivada com queima onde não houve estratificação). Entretanto, para a enzima fosfatase ácida apenas o tratamento manejado há 11 anos no sistema orgânico apresentou estratificação acentuada no perfil do solo. Como para este estudo as amostras de solo foram coletadas na entrelinha do canavial, é possível que esses resultados estejam relacionados à aplicação localizada dos adubos fosfatados, nas linhas de cultivo, minimizando o seu impacto na atividade da fosfatase ácida nas entrelinhas do canavial.

Os dados obtidos neste estudo evidenciam que o cultivo

da cana orgânica favorece a atividade enzimática do solo. Nas áreas sob cultivo orgânico, o incremento da atividade enzimática está relacionado ao uso de compostos à base de esterco de animais e também ao uso de adubos verdes que, de forma combinada, favorecem o aumento das populações microbianas, por proporcionarem maiores adições de resíduos que funcionam como substrato e fonte de energia para os microrganismos. A ausência do uso de pesticidas também é um fator que deve ser destacado embora não seria, de acordo com Guanapala & Scow (1998), um fator preponderante principalmente em solos argilosos. De acordo com esses autores, como o suprimento de C é geralmente um dos fatores mais limitantes ao crescimento microbiano no solo, a adição de adubos verdes e o uso de compostagem e resíduos animais, em grande escala, teria um efeito bem mais acentuado que a ausência de pesticidas, nos sistemas orgânicos.

CONCLUSÕES

1. O manejo orgânico da cana-de-açúcar favorece a atividade enzimática do solo quando comparado ao manejo convencional.
2. A atividade das enzimas β -glicosidase e fosfatase ácida foram os indicadores biológicos mais sensíveis para diferenciar as áreas sob cultivo orgânico e convencional.
3. A queima da palhada reduz as atividades da fosfatase ácida e da arilsulfatase.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do CNPq, da Usina Jalles Machado e da equipe do laboratório de Microbiologia do Solos da Embrapa Cerrados: Clodoaldo Alves de Souza, Osmar Teago de Oliveira Lucas Ferreira Lima Sobreira. Trabalho financiado parcialmente pelo CNPq com recursos do Edital de Redes REPENSA, projeto "Uso de parâmetros microbiológicos como bioindicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade de agroecossistemas – FASE II."

REFERÊNCIAS

- BUNEMANN, E.K.; SCHWENKE, G.D.; VAN ZWIETEN, L. Impact of agricultural inputs on soil organisms – a review. *Aust. J. Soil Res.*, 44: 379-406, 2006.
- CHAER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 31: 1381-1396, 2007.
- CONAB. Avaliação da safra agrícola de cana-de-açúcar 2010/2011: Terceiro levantamento – Dezembro de 2010. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2010, 12 p.
- FAEG- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE GOIÁS. Posicionamentos e Recomendações do Sistema Sindical Rural referentes à Expansão da Cultura da Cana-de-açúcar em Goiás: Bases para Discussão. Goiânia: FAEG/SENAR, 2007. 35p.
- GRAHAM, M. H., and HAYNES, R. J. Organic matter accumulation and fertilizer induced acidification interact to affect soil microbial and enzyme activity on a long-term sugarcane management experiment. *Biol. Fertil. Soils* 41: 249-256. 2005.

- GUANAPALA, N., SCOW, K.M. 1998. Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems. *Soil Biol Biochem.* 30, 805-816, 1998.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste- MT. *R. Bras. Ci. Solo*, 27: 425-433, 2003.
- MATSUOKA, S.; FERRO, J.; ARRUDA, P. The Brazilian experience of sugarcane ethanol industry. *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant*, 45:372-385, 2009.
- 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. da; SOUSASILVA, J. C. (Ed.). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2001. p. 664-687.
- 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.
- SILVA, J. E. da & RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., ed. *Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 542p.
- SANT'ANNA, S. A. C., FERNANDES M. F., IVO W. M. P. M., COSTA J.L.S. Evaluation of Soil Quality Indicators in Sugarcane Management in Sandy Loam Soil. *Pedosphere*, 19: 312-32, 2009.
- TABATABAI, M.A. Soil Enzymes. In: Weaver, R.W.; Scott, A.; Bottomeley, P.J., ed. *Methods of soil analysis; microbiological and biochemical properties*. Madison: Soil Science Society of America, Part. 2, p. 778-835, 1994. (Special Publication, 5).

Tabela 1. Atividade enzimática de um Latossolo da região de Goianésia(GO), sob Cerrado nativo e quatro sistemas de cultivo de cana-de-açúcar, nas profundidades de 0-20 e 20-40cm

Sistema de uso do solo	β -Glicosidase		Fosfatase Ácida		Aril Sulfatase		Relação 0 a 20/ 20 a 40		
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm	Glicos	Fosf	Sulf
	$\mu\text{g } \rho\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$								
Cana org 4 anos	66 b	38 a	451 a	427 a	53 b	20 b	1,7 a	1 b	2,7 a
Cana org 11 anos	93 a	44 a	479 a	262 b	201 a	93 ab	2,1 a	1,8 a	2,2 a
Cana conv. com queima	42 c	23 b	163 c	191 c	15 c	12 bc	1,8 a	0,8 b	1,2 b
Cana conv. sem queima	35 c	17 b	270 b	294 b	41 bc	15 b	2,1 a	0,9 b	2,7 a
Cerrado	66 $\pm$ 13	50 $\pm$ 15	2293 $\pm$ 376	950 $\pm$ 77	449 $\pm$ 47	161 $\pm$ 7	1,3 $\pm$ 0,24	2,4 $\pm$ 0,31	2,8 $\pm$ 0,27

*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.