

# Impactos de Sistema de Colheita da Cana-de-açúcar sobre a Biomassa Microbiana do Solo e as Atividades de Enzimas dos Ciclos de C, P e S

*Yasmim Sotero Bomfim Fraga<sup>1</sup>; Thais de Jesus Santos<sup>1</sup>; Maria José Bryanne de Araújo<sup>1</sup>; Rafaela Moura Bezerra<sup>1</sup>; João Lima de Menezes Jr.<sup>2</sup>; Érika Teixeira dos Anjos Brandão<sup>3</sup>; Paulo de Albuquerque Silva<sup>4</sup>, Marcelo Ferreira Fernandes<sup>5</sup>*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi quantificar as alterações no funcionamento biológico do solo (FBS), descrito pelo conjunto das variáveis microbiológicas respiração basal do solo, atividade de enzimas do ciclo do C (sacarase, xilanase e beta glicosidase), P (fosfatase ácida) e S (arilsulfatase), e teor de glomalina do solo, em resposta à substituição do sistema de colheita de cana-de-açúcar com despalha a fogo pelo sistema sem queima (cana-crua). Amostras de solo (Argissolo amarelo) foram coletadas de três áreas produtoras de cana-de-açúcar de Alagoas e analisadas quanto as variáveis citadas acima. Análises multivariadas foram empregadas para avaliar os efeitos do sistema de colheita sobre FBS. Em duas das áreas, correspondentes aos maiores tempos de conversão para o sistema de colheita de cana-crua (6 e 11 anos), o FBS foi alterado pelo tipo de colheita. Nestes casos, solos sob cana-crua apresentaram FBS mais similares aos da mata de referência. A atividade de arilsulfatase e os teores de glomalina foram as variáveis mais sensíveis ao tipo de colheita empregado. A substituição de cana-queimada por cana-crua é capaz de

<sup>1</sup> Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, yasmim.bomfim@hotmail.com.

<sup>2</sup> Agronomia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

<sup>3</sup> Ciências Biológicas, Doutor, Ciências Biológicas, Embrapa Tabuleiros Costeiros.

<sup>4</sup> Agrônomo, Doutor, Fitotecnia, Embrapa Tabuleiros Costeiros.

<sup>5</sup> Agrônomo, Doutor, Ciência do Solo, Embrapa Tabuleiros Costeiros, marcelo.Fernandes@embrapa.br.

reconstituir parcialmente o FBS observado sob condições não manejadas; porém sugere-se que a intensidade desta resposta de FBS seja dependente do tempo após conversão de cana-queimada para cana-crua.

**Palavras-chave:** arilsulfatase, cana-crua, cana-queimada, enzimas do solo, glomalina

## Introdução

Nas últimas décadas, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aumentou sua importância no cenário econômico devido ao avanço na produção de etanol no Brasil. Atualmente, questões ambientais encontram-se em destaque, o que influenciou a gradual mudança no sistema de colheita de cana-queimada para o de cana-crua (sem queima). No sistema tradicional de colheita, a cana é queimada a fim de melhorar a eficiência da colheita manual, já que o fogo remove as folhas e reduz o risco de acidentes causados por animais peçonhentos. Já a colheita crua é feita por colheitadeiras mecânicas, sem prévia queima das folhas. A perda de qualidade do solo decorrente do uso de práticas agrícolas inadequadas e evidenciada pela erosão e redução da fertilidade do solo contribui para a mudança no sistema de colheita. No manejo de colheita de cana-crua, folhas e ponteiros são cortados e depositados na superfície do solo, formando uma cobertura morta. Esta cobertura modifica o ambiente do solo em vários aspectos, como a proteção contra erosão, conservação da umidade, atividade microbiana e da matéria orgânica (FURLANI NETO, 1994). O aporte de resíduos vegetais é indispensável para a qualidade dos solos (QS), especialmente os de tabuleiros costeiros, que apresentam baixos teores de matéria orgânica e reduzida agregação (FERNANDES et al., 2011). Segundo estudos recentes, há covariação entre variáveis microbiológicas e variáveis importantes para a qualidade do solo, como taxa de infiltração, matéria orgânica e agregação do solo nos tabuleiros costeiros de Alagoas e Sergipe. (SANT´ANNA et al., 2009; CHAER et al., 2009; FERNANDES et al., 2011). Apesar de ignoradas por até pouco tempo atrás, as variáveis biológicas têm sido incluídas em modelos de qualidade de solo mais recentemente. Dentre as variáveis microbiológicas, têm se destacado a biomassa e respiração microbianas e a atividade enzimática. (BANDICK;

DICK, 1999; WANG et al., 2008). Portanto, este trabalho teve como objetivo quantificar as alterações na biomassa e respiração microbianas, na atividade de enzimas do ciclo do C, P e S, e nos teores de glomalina do solo em resposta à substituição do sistema de colheita de cana-de-açúcar com despalha a fogo pelo sistema sem queima.

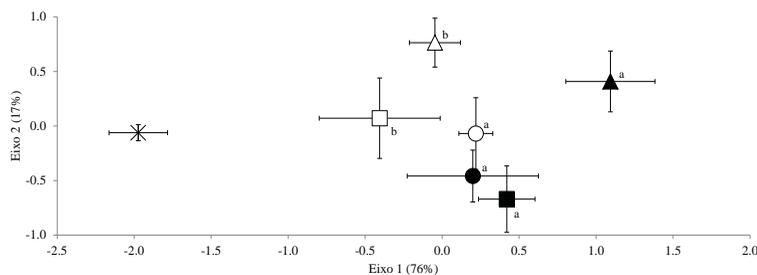
## Material e Métodos

Amostras de solo de três áreas sob cultivo de cana-de-açúcar, cada uma delas contendo parcelas submetidas à colheita de cana-crua e de cana-queimada, foram coletadas de 0 a 10 cm de profundidade para este estudo. As áreas 1 e 2 são localizadas na Usina Coruripe (Coruripe, AL) e a área 3, na Usina Caeté (São Miguel dos Campos, AL). Nestas áreas, as parcelas sob cana-crua foram convertidas para este sistema de colheita há 3, 6 e 11 anos respectivamente. O solo de todas as áreas é classificado como Argissolo Amarelo. Amostras de solo sob mata nativa, em solo similar aos cultivados com cana-de-açúcar, foram utilizadas como referência. As amostras foram enviadas ao laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Tabuleiros Costeiros, peneiradas em malha de 2 mm de abertura e armazenadas a 4°C até o início das análises. Foram avaliadas as variáveis respiração basal (SILVA et al., 2007), as atividades das enzimas fosfatase ácida,  $\beta$ -glicosidase, aril-sulfatase (TABATABAI, 1994), xilanase e sacarase (SCHINNER; VON MERSI, 1990) e glomalina facilmente extraível (WRIGHT; UPADHYAYA, 1998). Análises multivariadas foram empregadas para avaliar os efeitos do sistema de colheita sobre o funcionamento biológico do solo (FBS), descrito pelas alterações conjuntas das variáveis biológicas analisadas.

## Resultados e Discussão

A resposta do FBS ao tipo de colheita de cana-de-açúcar foi dependente da área amostrada. Para a área 1, não houve diferença entre os tipos de colheita crua e queima, ao passo que estas diferenças foram observadas para as áreas 2 e 3 (Figura 1). O maior tempo de conversão de cana-queimada para cana-crua

nas áreas 2 (6 anos) e 3 (11 anos), comparativamente à área 1 (3 anos), pode ser um dos fatores que explicam este comportamento.



**Figura 1.** Mudanças no funcionamento biológico do solo (FBS) em função do tipo de colheita de cana-de-açúcar em três áreas de Alagoas. Círculos, quadrados e triângulos representam diferentes áreas amostradas; sendo os símbolos abertos indicativos de colheita crua e os fechados de colheita com queima. A mata utilizada como referência de solo não cultivado foi representada por um x no gráfico. Barras de erros horizontais e verticais expressão  $\pm 1$  D.P. da média dos escores nos eixos 1 e 2, respectivamente. Para comparações dentro de uma mesma área, símbolos seguidos de mesma letra não diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de MRPP. Valores percentuais entre parênteses indicam a proporção da variabilidade total dos dados representada pelos eixos 1 e 2.

Estas mudanças no FBS em função da adoção da colheita de cana-crua são caracterizadas por incrementos na atividade de arilsulfatase e teores de glomalina nas áreas 2 e 3, por incrementos em respiração basal do solo na área 2 apenas, e em betaglicosidase e xilanase na área 3 apenas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atividade de xilanase (Xil), sacarase (Sac), beta-glicosidase ( $\beta$ Glic) e fosfatase ácida (Pase), respiração basal do solo (RBS) e glomalina em solos (0-10 cm de profundidade) cultivados com cana-de-açúcar colhida crua ou após queima, em três áreas de Alagoas.

	Xil $\mu\text{g glicose}$	Sac $\text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$	$\beta$ Glic $\mu\text{g PNP g}^{-1}\text{h}^{-1}$	Pase $\mu\text{g PNP g}^{-1}\text{h}^{-1}$	ArilS	RBS $\mu\text{g C-CO}_2 \text{g}^{-1}\text{h}^{-1}$	Glomalina $\mu\text{g BSA g}^{-1}$
<b>Área 1</b>							
Queima	3,8	64,3	42,7	213,6	41,5	6,8	6,0
Crua	6,3	62,5	45,2	203,2	39,0	8,2	5,7
P	0,15	0,59	0,61	0,83	0,55	0,48	0,20
<b>Área 2</b>							
Queima	3,7	68,8	35,6	240,3	38,5	3,9	5,8
Crua	6,0	71,5	61,1	206,5	70,5	8,7	7,5
P	0,13	0,58	0,11	0,54	0,01	0,05	0,01
<b>Área 3</b>							
Queima	7,5	56,8	17,6	210,7	9,5	6,2	7,2
Crua	12,6	65,5	32,1	233,7	63,3	10,0	8,3
P	<b>0,05</b>	0,24	<b>&lt;0,01</b>	0,35	<b>&lt;0,01</b>	0,09	<b>0,02</b>

## Conclusões

A substituição de cana-queimada por cana-crua é capaz de reconstituir parcialmente o FBS observado sob condições não manejadas; porém sugere-se que a intensidade desta resposta de FBS seja dependente do tempo após conversão de cana-queimada para cana-crua. A atividade de arilsulfatase e os teores de glomalina são as variáveis mais sensíveis ao tipo de colheita empregado.

## Agradecimentos

À Usina Coruripe e à Usina Caetés pela disponibilização das áreas e de infraestrutura para coleta das amostras.

## Referências

BANDICK, A. K.; DICK, R. P. Field management effects on soil enzyme activities. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, US, v. 31, p. 1471-1479, 1999.

CHAER, G. M.; FERNANDES, M. F.; MYROLD, D.; BOTTOMLEY, P. Shifts in microbial community composition and physiological profiles across a gradient of induced soil degradation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 73, p. 1327-1334, 2009.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; MENDES, I. C.; DICK, R. P. Short-term response of physical and chemical aspects of soil quality of a kaolinitic Kandudalfs to agricultural practices and its association with microbiological variables. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 142, p. 419-427, 2011.

FURLANI NETO, V. L.; RIPOLI, T. C.; VILA NOVA, N.A. Biomassa de cana-de-açúcar: energia contida no palhico remanescente de colheita mecânica. **Stab – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 15, p. 24-27, 1997.

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**, Nanning, CN, v. 19, p. 312-322, 2009.

SCHINNER, F.; MERSI V. W. Xylanase, CM-Cellulase, and invertase activity in soil: an improved method. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, GB, v. 22, n. 4, p. 511-515, 1992.

TABATABAI, M. A. Soil Enzymes. In: WEAVER, W. R. et al. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: SSSA, 1994. Part 2: Microbiological and biochemical properties. p. 775-833.

WANG, Q. K.; WANG, S. L.; LIU, Y. X. Responses to N and P fertilization in a young Eucalyptus dunnii plantation: Microbial properties, enzyme activities and dissolved organic matter. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 40, p. 484-490, 2008.

WRIGHT, S. F.; UPADHYAYA, A. A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant Soil**, Hague, HO, v. 198, p. 97-107, 1998.