

# **PROPRIEDADES QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DE SOLO DE TABULEIRO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR COM E SEM QUEIMA DA PALHADA<sup>(1)</sup>**

**H. N. S. MENDONZA<sup>(2)</sup>, E. LIMA<sup>(3)</sup>, L. H. C. ANJOS<sup>(3)</sup>,  
L. A. SILVA<sup>(4)</sup>, M. B. CEDDIA<sup>(3)</sup> & M. V. M. ANTUNES<sup>(5)</sup>**

## **RESUMO**

**Foram comparados dois sistemas de colheita dos canaviais: com queima prévia (Cana Queimada) e com espalhamento da palha na superfície (Cana Crua), em área cedida pela Linhares Agropecuária S.A., Linhares (ES). O solo foi classificado como Podzólico Amarelo de textura arenosa/média, originado de materiais da Formação Barreiras. Após seis anos de cultivo da cana-de-açúcar (1989-1994), foram avaliados a distribuição dos nutrientes, as frações humificadas e o carbono da biomassa microbiana. O sistema Cana Crua promoveu incrementos nos teores de carbono, na profundidade de 0-20 cm, e de magnésio em relação ao sistema Cana Queimada, o qual, por sua vez, apresentou maiores teores de potássio e fósforo. Com a adição da palha, percebeu-se o predomínio não só da fração humina e da fração ácidos fúlvicos, mas também de carbono imobilizado na biomassa microbiana, principalmente nos primeiros 5 cm, com maiores valores na estação chuvosa (novembro).**

**Termos de indexação: fertilidade do solo, substâncias húmicas, biomassa microbiana, Podzólico Amarelo.**

---

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Suporte financeiro da CAPES e do CNPq, da Estação de Pesquisa Leonel Miranda, UFRRJ, e da empresa LASA/ES. Recebido para publicação em junho de 1999 e aprovado em janeiro de 2000.

<sup>(2)</sup> Professor Catedrático da Universidade Católica Boliviana - UAC's. La Paz, Bolívia. E-mail: insteco@ie.rds.org.bo

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Solos, UFRRJ, CEP 23890-000 Seropédica (RJ).

<sup>(4)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Pós-graduando em Agronomia - Ciência do Solo, UFRRJ.

<sup>(5)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Rua L-14, n° 250, Feliz, CEP 74000-000 Goiânia (GO).

**SUMMARY:** *CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF A TABLELAND SOIL CULTIVATED WITH SUGAR CANE WITH AND WITHOUT STRAW BURNING*

*Two systems of sugar cane harvesting were compared: 1-previous burning (burned cane) and 2-straw spreading over the soil surface (green cane), over an area of Linhares Agropecuária S.A. plantation, in Linhares, Espírito Santo, Brazil. The soil was classified as Yellow Podzolic sandy over medium texture, developed from Barreiras Formation sediments. After six years of sugar cane cultivation (1989-1994), nutrient distribution, humified fractions, and soil microbial biomass dynamics were determined. The green cane system showed an increasing of soil carbon content in the 0-20 cm soil depth, as well as higher levels of exchangeable magnesium when compared to the burned cane system. However, the burned cane system had the highest levels of potassium and phosphorus in the surface layer. The straw addition resulted in the predominance of humin and fulvic acid fractions and of a greater portion of carbon immobilized in the soil microbial biomass, mainly in the 0-5 cm soil depth, with the highest values observed in the rainy season (November).*

*Index terms: soil fertility, humic substances, soil microbial biomass, Yellow Podzolic.*

## INTRODUÇÃO

O surgimento do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), na década de 70, consolidou a prática da queima dos canaviais, com a finalidade de diminuir a quantidade de palha e, desta forma, facilitar a colheita, aumentando o rendimento operacional do corte manual e o carregamento mecânico. Tal prática constitui até hoje assunto bastante polêmico, envolvendo aspectos legais, agronômicos, socioeconômicos e ecológicos.

Do ponto de vista agrônomo, a eliminação da palha pelo fogo tem alguns efeitos negativos. A colheita da cana crua (com despalha e corte manual ou colheita mecanizada) e a manutenção dos resíduos sobre o solo como cobertura morta protegem o solo contra a erosão, evitando o aquecimento excessivo do solo e reduzindo a proliferação de ervas daninhas (Boddey et al., 1989). Tais efeitos são mais importantes na fase da cultura que vai desde o plantio ou o corte até à cobertura do solo pela própria cana-de-açúcar.

Por outro lado, os resíduos vegetais, alterados por processos de decomposição, transformação e síntese, irão constituir o húmus, influenciando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Além disto, a matéria orgânica contribui para a nutrição vegetal, como fonte de nitrogênio, fósforo e enxofre, entre outros nutrientes, além de influir positivamente nas atividades da microbiota do solo (Cerri & Moraes, 1992).

A população microbiana do solo é um agente ativo na decomposição de resíduos, utilizando-os como fonte de energia e nutrientes para a formação e

multiplicação celular. A biomassa microbiana do solo é responsável pela imobilização temporária de nutrientes, que serão liberados após sua morte e decomposição, representando considerável reservatório lábil de elementos essenciais para as plantas (Anderson & Domsch, 1980; Jenkinson & Ladd, 1981).

A quantificação do carbono da biomassa microbiana do solo, a quantidade de C-orgânico e a evolução de CO<sub>2</sub> permitem estudar a dinâmica dos microrganismos e da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes. A relação entre essas determinações é dada pelo quociente metabólico (qmCO<sub>2</sub>), que avalia o potencial de mineralização dos solos (Anderson & Domsch, 1993). De acordo com Odum (1983), ao avaliar sucessão de ecossistemas, o quociente metabólico tende a aumentar ou diminuir em resposta aos distúrbios, recuperando-se quando condições de equilíbrio são alcançadas. Esses componentes são indispensáveis à produtividade agrícola de solos tropicais, cuja mineralogia e elevado grau de intemperismo resultam em baixa fertilidade química, como nos solos dos tabuleiros costeiros.

Ao contrário de outras regiões canavieiras do País, na região de Linhares (ES), os solos de tabuleiro passaram a ser cultivados com cana-de-açúcar apenas nas últimas décadas. Assim, torna-se importante o estudo das alterações edáficas causadas pelas práticas de manejo da cultura da cana, dentre as quais a queima ou não do palhicho por ocasião da colheita. O presente trabalho teve como objetivo comparar os efeitos dos sistemas de colheita dos canaviais, com e sem queima da palha, sobre algumas propriedades químicas e biológicas de um Podzólico Amarelo.

**MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado em área cedida pela Linhares Agropecuária S.A. (LASA), empresa agrícola situada no município de Linhares (ES). O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Aw, clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Figura 1). O solo foi classificado como Podzólico Amarelo distrófico textura arenosa/média, com base em levantamento pedológico feito na LASA por Ravelli Neto & Lima (1987). A região inclui-se na zona fisiográfica do Baixo Rio Doce, e o material de origem dominante nos solos de tabuleiro são os sedimentos da Formação Barreiras.

O plantio da cana-de-açúcar nas parcelas experimentais foi feito em 28/5/89. A variedade cultivada foi a RB 739735, com hábito de crescimento ereto e fácil despalha. Os tratamentos avaliados foram os sistemas de manejo de colheita da cana-de-açúcar com: (a) corte da cana sem queima do palhicho (folhas secas mais pontas, material não triturado) e com distribuição deste na superfície do solo (Cana Crua) e (b) corte da cana após queima do palhicho (Cana Queimada). A área experimental, que antes se encontrava com pastagem, foi constituída de seis blocos, distando 2 m entre si. Cada bloco tinha 28,4 m de largura e 95 m de comprimento (2.698 m<sup>2</sup>), com onze linhas de cana em cada tratamento (espaçamento de 1,2 m entre linhas). No plantio, foram aplicados no sulco 125 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 85 kg de K<sub>2</sub>O e 500 kg de calcário dolomítico por hectare. Nos anos seguintes (1990-1994), após as colheitas, fez-se a adubação das soqueiras com 400 kg por hectare de adubo formulado 25-00-20. As colheitas manuais da cana-planta e sucessivas socas foram feitas a cada ano, entre os meses de setembro e outubro.

Após cinco anos de cultivo (quarta soca), foi coletada uma amostra composta de solo em cada parcela, nas profundidades de: 0-10; 10-20; 20-30; 30-40 e 40-60 cm; as quais foram analisadas

quimicamente e tiveram determinada a granulometria de acordo com o método descrito pela EMBRAPA (1997). A dinâmica do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) foi medida em três épocas ao longo do ano (maio, agosto e novembro), em amostras coletadas nas profundidades de 0-5 cm e de 5-20 cm, sendo determinada pelo método da fumigação-extração-FE (Tate et al., 1988). A respiração do solo foi estimada pela quantidade acumulada de C-CO<sub>2</sub>, liberada durante cinco dias de incubação do material a uma temperatura de 25°C, com teor de umidade equivalente ao retido sob uma pressão de -0,33 KPa e atmosfera de O<sub>2</sub> (Anderson, 1982). Com esses dados foi calculado o quociente metabólico (qMCO<sub>2</sub>), que representa a quantidade de C-CO<sub>2</sub> liberado por hora pelo carbono da biomassa microbiana (Anderson & Domsh, 1993). A extração e o fracionamento das substâncias húmicas do solo foram realizados segundo técnicas descritas por Kononova & Bel'chikova (Kononova, 1982).

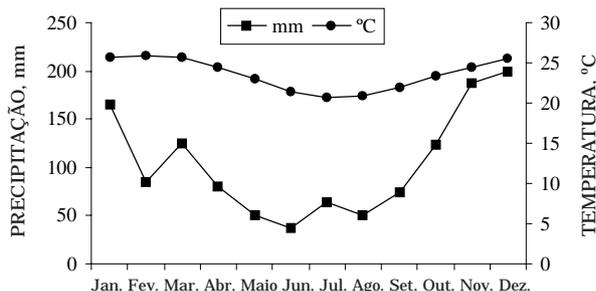
O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições. Os resultados foram submetidos à análise da variância com aplicação do teste F, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após cinco ciclos de cultivo, o teor de carbono na profundidade de 0-10 cm foi maior no sistema Cana Crua (Quadro 1). Tal comportamento pode ser atribuído ao maior aporte de matéria orgânica neste sistema no momento da colheita (16,7 Mg ha<sup>-1</sup> de folha + ponta), quantidade esta que é reduzida a praticamente zero quando se efetua a queima do canavial.

Os teores de Mg, na profundidade de 0-10 cm, foram maiores no sistema Cana Crua. Os teores de K e P foram maiores no tratamento Cana Queimada nas profundidades 10-30 cm e 0-10 cm, respectivamente. A queima da palhada, embora tenha elevado os teores de P e K, pode, a longo prazo, diminuir a fertilidade do solo, uma vez que as cinzas, em grande parte, são susceptíveis a perdas pela lixiviação e, ou, erosão (Sanzonevicz, 1986), principalmente em solos com predomínio de argila de baixa atividade e com reduzidos teores de matéria orgânica, como são os solos de tabuleiro. Os valores de pH, os teores de N e a relação C/N não apresentaram variações entre os tratamentos e em profundidade. O teor de Na não diferiu entre os tratamentos e decresceu em profundidade, em ambos os sistemas de colheita.

O valor de T foi maior nos primeiros 10 cm de solo no tratamento Cana Crua em relação às demais profundidades, exceto na profundidade de 40-60 cm. Nesta profundidade, o maior teor de argila e valor de T estão relacionados com a presença do topo do



**Figura 1. Variação da temperatura média mensal e pluviosidade em Linhares (ES), no período de 1970-1995. (Fonte: Sexto distrito de meteorologia, EMCAPA/Linhares (ES)).**

**Quadro 1. Características químicas de amostras de solo em áreas de cultivo de cana colhida crua e queimada e sua variação em profundidade<sup>(1)</sup>**

Tipo de colheita	Prof. <sup>(2)</sup>	pH <sup>(3)</sup>	Complexo sortivo								N	C.org <sup>(7)</sup>	C/N	P	
			Ca	Mg	K	Na	S <sup>(4)</sup>	Al	H + Al	T <sup>(5)</sup>					V <sup>(6)</sup>
	cm		cmolc kg <sup>-1</sup>								%	g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>	
Cana queimada	0-10	6,4 Aa	1,2 Aa	0,7B a	0,17 Aa	0,05 Aa	2,1 Aa	0,05 Aa	2,3 Aa	4,4 Aa	48 Aa	0,9 Aa	7,2 Ba	8,3 Aa	11,0 Aa
	10-20	6,5 Aa	0,8 Aab	0,6 Aa	0,16 Aa	0,04 Aab	1,6 Ab	0,10 Aa	2,7 Aab	4,3 Aa	37 Ab	0,9 Aa	7,9 Aa	9,2 Aa	3,7 Ab
	20-30	6,0 Aa	0,7 Aab	0,4 Aa	0,10 Ab	0,03 Abc	1,2 Ab	0,06 Aa	2,7 Aab	3,9 Aa	31 Ab	0,9 Aa	6,4 Aa	7,5 Aa	1,7 Ab
	30-40	6,1 Aa	0,7 Ab	0,4 Aa	0,06 Abc	0,02 Ac	1,2 Ab	0,12 Aa	3,5 Abc	4,7 Aa	25 Ab	0,9 Aa	8,0 Aa	8,7 Aa	1,4 Ab
	40-60	6,1 Aa	0,6B b	0,5 Aa	0,04 Ac	0,02 Ac	1,2 Ab	0,19 Aa	3,7 Ac	4,9 Aa	24 Ab	0,9 Aa	6,6 Aa	7,0 Aa	0,9 Ab
Cana crua	0-10	6,4 Aa	1,4 Aa	1,1 Aa	0,14 Aa	0,05 Aa	2,7 Aa	0,03 Aa	2,4 Aa	5,1 Aa	53 Aa	1,0 Aa	9,9 Aa	9,8 Aa	4,4 Ba
	10-20	6,5 Aa	0,9 Aab	0,8 Ab	0,12 Ba	0,05 Aa	1,9 Ab	0,10 Aa	2,6 Aa	4,5 Aab	42 Aab	0,9 Aa	7,8 Aab	9,1 Aa	2,8 Aa
	20-30	6,1 Aa	0,8 Ab	0,4 Ac	0,06 Bb	0,03 Ab	1,3 Ab	0,05 Aa	2,3 Aa	3,6 Ab	36 Ab	0,8 Aa	5,7 Ab	6,8 Aa	0,9 Ab
	30-40	6,2 Aa	0,9 Aab	0,5 Abc	0,05 Ab	0,02 Ab	1,5 Ab	0,12 Aa	2,9 Aa	4,4 Ab	34 Ab	0,9 Aa	6,5 Ab	7,5 Aa	1,1 Ab
	40-60	6,2 Aa	1,1 Aab	0,5 Abc	0,05 Ab	0,02 Ab	1,7 Ab	0,05 Ba	3,0 Ba	4,7 Aa	36 Ab	1,0 Aa	7,9 Aab	8,0 Aa	0,8 Ab
C.V. (%)	6	33	30	32	32	25	122	18	14	21	12	26	25	66	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, entre profundidades (dentro do tratamento), e maiúsculas (entre tratamentos), para cada profundidade, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. <sup>(2)</sup> Prof.: profundidade. <sup>(3)</sup> pH em H<sub>2</sub>O (1:2,5). <sup>(4)</sup> S: soma de bases. <sup>(5)</sup> T: capacidade de troca de cátions. <sup>(6)</sup> V: saturação por bases. <sup>(7)</sup> C.org.: Carbono orgânico.

horizonte diagnóstico Bt (80 g kg<sup>-1</sup> na profundidade de 0-20 cm, 100 g kg<sup>-1</sup> em 20-30 cm e 170 g kg<sup>-1</sup> a partir de 30 cm), identificado nesta posição em perfis analisados próximos à área do estudo (Ravelli Neto & Lima, 1987). O valor de V não diferiu entre os tratamentos; todavia, mostrou-se maior em ambos os tratamentos na camada superficial do solo. O valor de S teve o mesmo comportamento. Os valores de Al e H + Al não diferiram entre os tratamentos, exceto na profundidade de 40-60 cm, diferença atribuída à variação na granulometria do solo devida à distribuição dos horizontes no solo.

Para os sistemas de colheita estudados, o fator que mais influenciou as variações das propriedades químicas foi a matéria orgânica, que é adicionada em maior quantidade no sistema sem a queima da palhada. Com a transformação dos compostos orgânicos da palhada em material humificado, aumentam-se a CTC e a disponibilidade de nutrientes no solo, conforme Bayer & Mielniczuk (1999).

Comparando os sistemas de manejo adotados, observou-se maior teor de humina nos primeiros 5 cm de solo para o sistema Cana Crua (Quadro 2), possivelmente em razão da natureza do material vegetal rico em biopolímeros, como a lignina e a celulose. Esses compostos são seletivamente preservados no processo de degradação microbiana, enquanto outras macromoléculas mais lábeis são decompostas e perdidas (Vaughan & Ord, 1985). Verificou-se também que o retorno da palha ao solo promoveu maiores teores da fração ácidos fúlvicos, nas duas profundidades, e da fração ácidos fúlvicos

livres, na camada de 0-5 cm, em relação ao sistema com queima. A análise da distribuição em profundidade mostrou, no tratamento com queima, maior concentração dos teores da fração ácidos fúlvicos livres e fúlvicos na camada de 5-20 cm. Este fenômeno é normalmente esperado e deve-se à migração desses produtos menos polimerizados pela sua maior mobilidade (Stevenson, 1982). No sistema Cana Crua, a distribuição é mais homogênea, provavelmente pela abundância destas frações menos polimerizadas nas substâncias húmicas em formação e pela grande quantidade de resíduos depositados.

Contudo, segundo Pizauro Jr. & Melo (1995), aumentos nos teores de ácidos fúlvicos podem ser reflexo da diminuição dos teores das frações mais polimerizadas, como os ácidos húmicos e a humina. O maior percentual de carbono orgânico na forma de ácidos fúlvicos, encontrado no tratamento em que a palhada é mantida (Quadro 2), pode-se traduzir num aumento de grupamentos acídicos (carboxílicos) nas moléculas orgânicas. Segundo Vaughan & Ord (1985), desta forma, grande parte dos sítios reativos torna-se sítios de troca capazes de interagir com os cátions em solução, aumentando sua biodisponibilidade ou evitando a sua perda por lixiviação. Esta hipótese é confirmada pelo aumento do valor de T na camada de 0-10 cm no tratamento Cana Crua (Quadro 1).

O sistema Cana Crua proporcionou teores maiores de carbono imobilizado na biomassa microbiana do solo (BMS-C), no mês de novembro (Quadro 3). Os teores observados, provavelmente,

refletem melhores condições ambientais para o desenvolvimento da população microbiana, uma vez que, já a partir dessa época, ocorre na região uma elevação da temperatura do ar e precipitação (Figura 1). Somado a tais fatores climáticos favoráveis, no sistema Cana Crua, a biomassa microbiana teria encontrado abundância de substrato para o seu desenvolvimento na palha remanescente do ano anterior, a qual permanece de um ciclo para outro por causa de sua constituição lignocelulósica (Abramo Filho et al., 1993). Este fator pode ainda ter desfavorecido a mineralização nas épocas mais secas e frias do ano (maio e, principalmente, agosto). As variações, apesar de não terem sido muito acentuadas, seguiram um padrão sazonal, com maiores valores na estação chuvosa e menores na seca (Figura 2a). Na Cana Crua, este padrão sazonal mostrou diferença significativa na profundidade de 5-20 cm, sendo maior no mês de maio em relação a agosto (Figura 2b).

Os resultados para respiração acumulada (evolução de CO<sub>2</sub> no período de cinco dias) acompanharam as variações da BMS-C em todas as épocas (Quadro 4 e Figura 2), sendo ambas sempre maior na superfície, evidenciando ser esta a região do solo de maior atividade microbiana. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos valores do quociente metabólico (qMCO<sub>2</sub>), indicando que a matéria orgânica do solo encontrava-se em níveis estabilizados. Analisando o sistema Cana Crua, percebeu-se diferença significativa no qMCO<sub>2</sub> (Quadro 5) para o mês de novembro, maior valor na profundidade de 0-5 cm, fase de maior aporte de matéria orgânica e início da estação chuvosa. Provavelmente, não houve mudança na composição da população de microrganismos, mas, sim, aumento populacional, ocasionado pelo maior aporte de matéria orgânica no sistema Cana Crua, conforme verificado nas determinações de biomassa microbiana e evolução de C-CO<sub>2</sub>.

**Quadro 2. Teores de carbono das frações humificadas da matéria orgânica do solo em áreas com diferentes manejos de colheita de cana (crua e queimada) e nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm**

Tipo de colheita	Fração humificada na profundidade de amostragem (cm) <sup>(1)</sup>							
	Ácido fúlvico livre		Ácido fúlvico		Ácido húmico		Humina	
	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20
	g kg <sup>-1</sup> de C no solo							
Queimada	0,03 Bb	0,06 Aa	0,12 Bb	0,50 Ba	0,41 Aa	0,11 Ab	1,7 Ba	1,2 Aa
Crua	0,06 Aa	0,07 Aa	0,50 Aa	0,72 Aa	0,42 Aa	0,12 Ab	2,5 Aa	1,1 Ab
C.V. (%)	40		40		33		28	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (entre profundidades) e maiúsculas (entre tratamentos), para cada fração, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

**Quadro 3. Carbono da biomassa microbiana em áreas com diferentes manejos de colheita de cana (crua e queimada), em três épocas do ano e nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm**

Tipo de colheita	Carbono da biomassa microbiana na época e profundidade de amostragem (cm) <sup>(1)</sup>							
	Maio		Agosto		Novembro		Balanço anual	
	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20
	mg kg <sup>-1</sup> de C no solo							
Queimada	249,9 AaM	159,1 AaM	203,4 AaM	106,7 AaM	194,1 BaM	190,4 AaM	215,8 Aa	152,1 Ab
Crua	270,9 AaM	242,4 AaM	242,4 AaM	119,9 AbN	303,0 AaM	224,4 AaMN	272,1 Aa	195,6 Ab
C.V. (%)	42							

<sup>(1)</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (entre profundidades) e das letras A ou B maiúsculas (entre tratamentos), para cada fração, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. A variação entre épocas é representada pelas letras maiúsculas M e N.

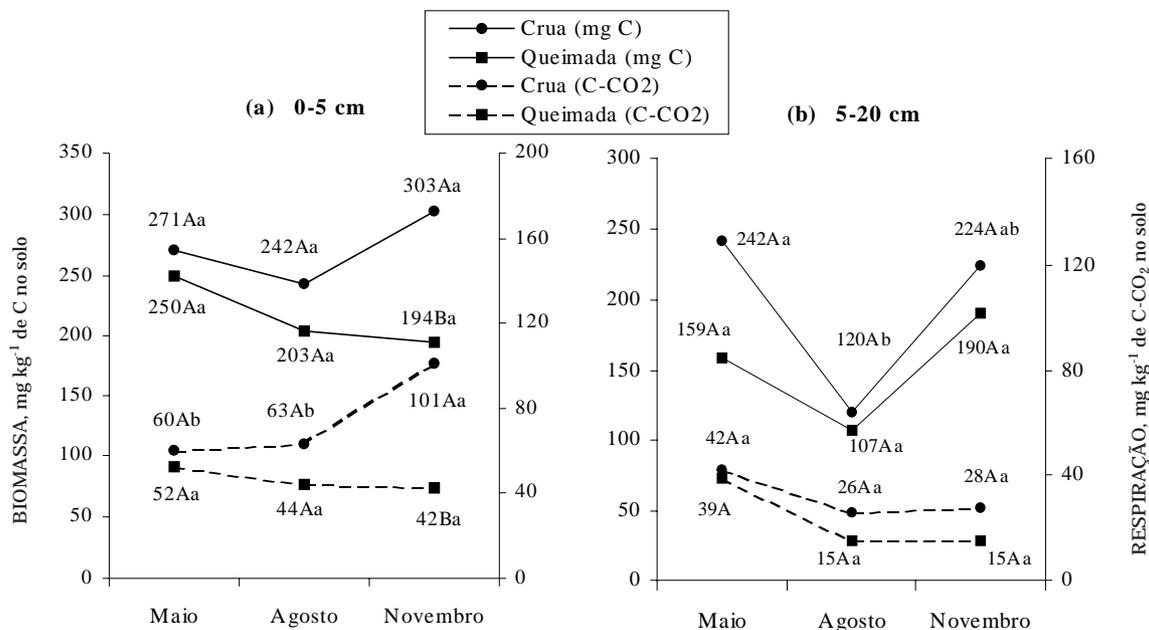


Figura 2. Variação da biomassa e respiração microbiana em três épocas do ano nas profundidades de 0-5 cm (a) e 5-20 cm (b). Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas (entre tratamentos) e minúsculas (entre épocas) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 4. Respiração acumulada<sup>(1)</sup> obtida em áreas com diferentes manejos de colheita de cana (crua e queimada), em três épocas e nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm

Tipo de colheita	Respiração acumulada nas época e profundidade de amostragem (cm) <sup>(2)</sup>							
	Maio		Agosto		Novembro		Balanco anual	
	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20
	mg kg <sup>-1</sup> de C no solo							
Queimada	52,2 AaM	38,9 AaM	43,6 AaM	15,3 AaN	42,4 Bam	15,1 AbM	46,1 Ba	23,1 Ab
Crua	60,0 AaN	42,1 AaN	62,7 AaN	25,8 AbN	101,0 AaM	27,9 AbN	74,6 Aa	31,9 Ab
C.V. (%)	47							

<sup>(1)</sup> Evolução de CO<sub>2</sub> no período de cinco dias. <sup>(2)</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (entre profundidades) e das letras A ou B maiúsculas (entre tratamentos), para cada fração, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. A variação entre épocas é representada pelas letras maiúsculas M e N.

Quadro 5. Quociente metabólico (qm CO<sub>2</sub>) em áreas com diferentes manejos de colheita de cana (crua e queimada), em três épocas e nas profundidades de 0-5 e 5-20 cm

Tipo de colheita	Quociente metabólico na época e profundidade de amostragem (cm) <sup>(1)</sup>							
	Maio		Agosto		Novembro		Balanco anual	
	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20	0-5	5-20
	10 <sup>-3</sup> mg C-CO <sub>2</sub> mg <sup>-1</sup> BMS-C h <sup>-1</sup>							
Queimada	1,8 Aa	2,3 Aa	1,5 Aa	2,2 Aa	2,0 Aa	0,9 Aa	1,8 Aa	1,8 Aa
Crua	2,0 Aa	1,5 Aa	2,6 Aa	2,2 Aa	3,0 Aa	1,1 Ab	2,5 Aa	1,6 Aa
C.V. (%)	79							

<sup>(1)</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (entre profundidades) e maiúsculas (entre tratamentos), para cada fração, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

## CONCLUSÕES

1. A colheita da cana sem queima da palha resultou em maiores teores de magnésio e carbono orgânico, enquanto a colheita de cana com queima da palha elevou os teores de fósforo e potássio no solo.

2. Com a manutenção da palhada na superfície houve aumento nos teores da fração húmica e da fração ácidos fúlvicos na matéria orgânica do solo.

3. A biomassa microbiana do solo foi maior no sistema sem queima, na época mais chuvosa, e a evolução de CO<sub>2</sub> foi maior tanto nesta época quanto no balanço anual.

## LITERATURA CITADA

- ABRAMO FILHO, J.; MATSUOKA, S.; SPERANDIO, M.L. & MARCHETTI, L.L. Resíduo da colheita mecanizada de cana crua. *Álcool & Açúcar*, 67:23-25, 1993.
- ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils. *Soil Sci.*, 130:211-216, 1980.
- ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAGE, A.L., ed. *Methods of soil analysis*, 2.ed. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p. 831-868. (Agronomy Monograph, 9)
- ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biol. Biochem.*, 25:393-395, 1993.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A., eds. *Fundamentos da matéria orgânica do solo*. Porto Alegre, 1999. p.9-26.
- BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S.; LIMA, E.; LIRA, L. & DÖBEREINER J. Influência da queima, aplicação de nitrogênio e vinhaça na cultura de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., Recife, 1989. Programas e resumos. Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p.101.
- CERRI, C.C. & MORAES, J.F.L. Consequências do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Botucatu, 1992. Anais. Botucatu, Universidade Estadual de São Paulo, 1992. p.26-36.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1)
- JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N., eds. *Soil biochemistry*. New York, Merceel Dekker, 1981. v.5. p.415-471.
- KONONOVA, M.M. *Materia orgánica del suelo; su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Barcelona, Oikos-Tau, 1982. 364p.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara, 1983. 434p.
- PIZAURO Jr., J.M. & MELO, W.J. Influência da incorporação da parte aérea de sorgo ou lab-labe nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho-Escuro. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:95-103, 1995.
- RAVELLI NETO, A. & LIMA, E. Caracterização de uma toposequência de solos sobre sedimentos do Terciário e Quaternário em Linhares-ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., Campinas, 1987. Programas e resumos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1987. p.166.
- SANZONOWICZ, C. Recomendação e prática de adubação e calagem na região centro-oeste do Brasil. p.309-334. In: MATTOS, H.B., ed. *Calagem e adubação de pastagens*. Anais/editado. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 476p.
- STEVENSON, F.J. *Humus chemistry; genesis, composition and reactions*. New York, John Wiley, 1982. 443p.
- TATE, K.R.; ROSS, D.J. & FELTHAM, C.W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. *Soil Biol. Biochem.*, 20:329-335, 1988.
- VAUGHAN, D. & ORD, B.G. Soil organic matter: a perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility. In: MARTINUS, E.A. & JUNK, R., eds. *Soil organic matter and biological activity*. Boston, 1985. p.1-34. (Developments in Plant and Soil Sciences, 16)