

**Estoques de Carbono e Nitrogênio num Argissolo Amarelo Cultivado com Cana-de-açúcar: Influência da Queima ou Manutenção da Palhada**







Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1676-6709

Fevereiro/2007

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 17**

**Estoques de Carbono e Nitrogênio num Argissolo  
Amarelo Cultivado com Cana-de-açúcar:  
Influência da Queima ou Manutenção da Palhada**

Érika Flávia Machado Pinheiro  
Eduardo Lima  
Marcos Bacis Ceddia  
Segundo Urquiaga  
Bruno José Rodrigues Alves  
Robert Michael Boddey

*Seropédica – RJ*

2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas na:

**Embrapa Agrobiologia**

BR465 – km 7

Caixa Postal 74505

23851-970 – Seropédica/RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 2682-1500

Fax: (0xx21) 2682-1230

Home page: [www.cnpab.embrapa.br](http://www.cnpab.embrapa.br)

e-mail: [sac@cnpab.embrapa.br](mailto:sac@cnpab.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações: Eduardo F. C. Campello (Presidente)  
José Guilherme Marinho Guerra  
Maria Cristina Prata Neves  
Verônica Massena Reis  
Robert Michael Boddey  
Maria Elizabeth Fernandes Correia  
Dorimar dos Santos Félix (Bibliotecária)

Expediente:

Revisores e/ou ad hoc: Marta dos Santos Freire Ricci e Maria Elizabeth Fernandes Correia

Normalização Bibliográfica: Dorimar dos Santos Félix

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

1ª impressão (2007): 50 exemplares

P654e Pinheiro, Érika Flávia Machado

Estoques de carbono e nitrogênio num argissolo amarelo cultivado com cana-de-açúcar: influência da queima ou manutenção da palhada / Eduardo Lima, Marcos Bacis Ceddia, Segundo Urquiaga, Bruno José Rodrigues Alves, Robert Michael Boddey. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 21 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17).

ISSN 1676-6709

1. Cana-de-açúcar. 2. Carbono. 3. Nitrogênio. 4. Matéria orgânica. 5. Solo. I. Lima, E., colab. II. Ceddia, M. B., colab. III. Urquiaga, S., colab. IV. Alves, B. J. R., colab. V. Boddey, R. M., colab. VI. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). VII. Título. VIII. Série.

CDD 633.61

# SUMÁRIO

Resumo.....	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	7
Tratamentos e delineamento experimental.....	7
Coleta, preparo das amostras e análise da textura e densidade do solo.....	10
Determinação do estoque de carbono e nitrogênio total.....	11
Determinação da origem do carbono no solo.....	11
Resultados e Discussão.....	12
Estoque de carbono e nitrogênio no solo.....	16
Origem do carbono do solo.....	18
Conclusões.....	19
Agradecimentos.....	20
Referências Bibliográficas.....	20

## Estoques de Carbono e Nitrogênio num Argissolo Amarelo Cultivado com Cana-de-açúcar: Influência da Queima ou Manutenção da Palhada

---

*Érika Flávia Machado Pinheiro*<sup>1</sup>  
*Eduardo Lima*<sup>2</sup>  
*Marcos Bacis Ceddia*<sup>2</sup>  
*Segundo Urquiaga*<sup>3</sup>  
*Bruno José Rodrigues Alves*<sup>3</sup>  
*Robert Michael Boddey*<sup>3</sup>

### Resumo

---

Este estudo foi realizado com o objetivo de comparar o efeito dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar sobre os estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) orgânico num Argissolo Amarelo, no município de Linhares (ES). Foram coletadas amostras de solo para análise de C e N sob os seguintes sistemas de colheita da cana-de-açúcar: corte da cana após a queima da palhada (cana com queima); e corte da cana sem a queima da palhada, com distribuição desta na superfície do solo (cana crua). Também foram coletadas amostras de solo numa área de mata adjacente à área experimental. Verificou-se que, após um período de catorze anos da implantação do experimento (1989-2003), o sistema de colheita sem a queima da palhada da cana apresentou maior estoque de carbono e nitrogênio no solo. Quanto à origem deste carbono estocado no solo, os dois sistemas de colheita da cana-de-açúcar mostraram uma redução na quantidade de carbono da vegetação anterior (mata) implantada na área experimental. Porém, a cana crua foi o que preservou maior quantidade do carbono orgânico original do solo quando comparado com o outro sistema.

**Termos para indexação:** sistemas de colheita da cana-de-açúcar, estoque de carbono, matéria orgânica do solo.

---

<sup>1</sup> Bolsista de Doutorado do CNPq do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Ciência do Solo (CPGA-CS/UFRRJ)  
<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos/Instituto de Agronomia da UFRRJ, BR 465, km 7, CEP 23890-000 Seropédica, RJ

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, Caixa Postal 74505, CEP 23890-000 Seropédica, RJ – E-mails: urquiaga@cnpab.embrapa.br; bruno@cnpab.embrapa.br; bob@cnpab.embrapa.br

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979. n. p.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate change. **IPCC Guidelines for National greenhouse gas inventories**; reference manual. Sweden, 1997.

MELLO, F. F. C.; CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Potencial of soil carbon sequestration for the Brazilian Atlantic Region. In: LAL, R.; CERRI, C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, E. (Ed.). **Carbon sequestration in soils of Latin America**. New York: Haworth, 2006. p. 349-368.

NEILL, M.; MELILLO, J. M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C.; MORAES, F. L.; PICCOLO, F. C.; BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern Brazilian Amazon. **Ecological Applications**, Washington, v. 7, p. 1216-1225, 1997.

RESENDE, A. S. **Efeito da queima e das aplicações de nitrogênio e vinhaça após 16 anos de cultivo de cana-de-açúcar**. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos, Seropédica, RJ.

SMITH, J. L.; MYUNG, M. H. Rapid procedures for preparing soil KCl extracts for <sup>15</sup>N analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, Boca Raton, v. 21, p. 2173-2180, 1990.

URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; OLIVEIRA, O. C. de; LIMA, E.; GUIMARÃES, D. H. V. **A importância de não queimar a palha na cultura de cana-de-açúcar**. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1991. 12 p. (EMBRAPA-CNPBS. Comunicado Técnico, 5).

VELDKAMP, E. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, p. 175-180, 1994.

## **Agradecimentos**

---

Os autores agradecem o apoio e financiamento da Embrapa Agrobiologia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, da Usina LASA (Linhares, ES) e do CNPq, para a realização deste trabalho.

## **Referências Bibliográficas**

---

ALVAREZ, I. A.; CASTRO, P. R. de C.; NOGUEIRA, M. C. S. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 653-659, 2000.

ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M. E.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 449-469. (EMBRAPA-CNPAC. Documentos, 46).

BALESDANT, J.; MARIOTTI, A.; GUILLET, B. Natural <sup>13</sup>C abundance as a tracer for studies of soil organic matter dynamics. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 25-30, 1987.

BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; MACEDO, M.; OLIVEIRA, O. C. de; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Potencial of carbon sequestration in soils of the Atlantic forest region of Brazil. In: LAL, R.; CERRI, C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, E. (Ed.). **Carbon sequestration in soils of Latin America**. New York: Haworth, 2006. p. 305- 348.

CEDDIA, M. B. **Efeito do sistema de corte na produção de cana-de-açúcar e em propriedades físicas de solo de tabuleiro no Espírito Santo**. 1998. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos, Seropédica, RJ.

## **Carbon and Nitrogen Stocks in a Yellow Ultisol Under Sugarcane: The Influence of the Pre-Harvesting Burning or the Maintenance of the Sugarcane Trash**

---

### **Abstract**

---

This study was conducted to evaluate the effect of two sugarcane harvesting systems on the stocks of carbon (C) and (N) in a Yellow Ultisol, in the municipality of Linhares (ES). Soil samples were taken for C and N analysis, under the following two sugarcane harvesting systems: with pre-harvest burning (burnt cane) and without pre-harvest burning with the maintenance of the trash in the system (green cane). Soil samples from forest, near experimental site was also sampled. It was found that after 14 years of this trial (1989-2003), soil C and N stocks were higher under green cane. About the origin of the soil organic carbon stocked in soil, all the two sugarcane harvesting systems showed a reduction on native vegetation's organic carbon (forest). However, the management of the crop as green cane (trash conservation) showed higher preservation of the original soil organic carbon when compared to the other system.

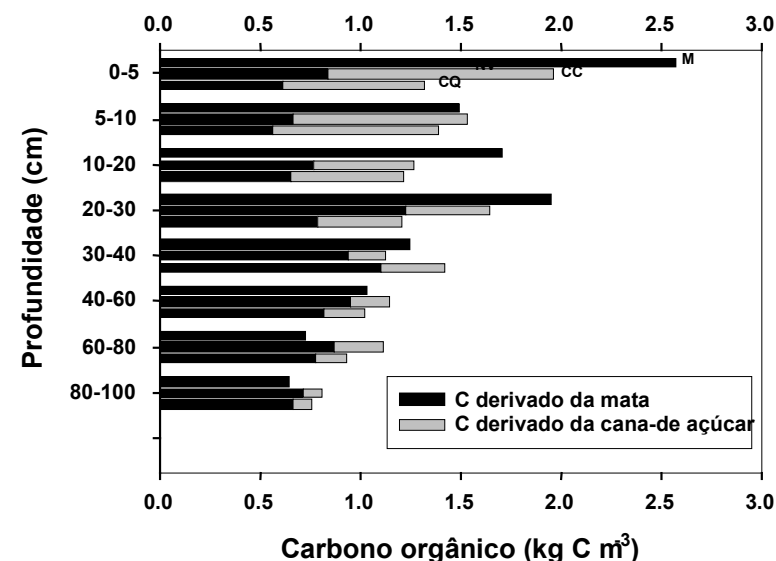
**Index terms:** sugar cane harvest systems, soil carbon stocks, soil organic matter.

## Introdução

A conversão de ecossistemas naturais para a agricultura envolve uma série de atividades que afetam as taxas de adição e decomposição da matéria orgânica do solo (MOS). A decomposição da MOS é especialmente acelerada por distúrbios físicos que destroem os macroagregados e a expõe à oxidação pela ação da biomassa microbiana do solo. Esse processo pode afetar severamente a qualidade do solo, reduzir a produtividade das culturas em longo prazo e aumentar os riscos de erosão e de emissão de CO<sub>2</sub>.

A atividade agrícola no país vem sofrendo transformações que podem trazer impactos positivos para a conservação do solo, tendo como referência o manejo estabelecido anteriormente, como é o caso da cultura de cana-de-açúcar. Na década de 50, devido ao grande avanço no setor açucareiro, houve um estímulo a práticas culturais que facilitassem o manejo da cultura e reduzissem o uso da mão-de-obra. Com isso, a queima do canavial antes do corte, passou a ser uma prática bastante difundida. No entanto, nestas últimas duas décadas, a preocupação com o meio-ambiente fez com que práticas como a reutilização da vinhaça para fertilizar o canavial, e a colheita da cana sem a tradicional queima passasse a ser adotada.

Um dos benefícios da manutenção da palha no canavial é a proteção do solo. Em média, a cultura da cana produz cerca de 10 Mg ha<sup>-1</sup> de palha que contém diversos elementos, entre eles o carbono e o nitrogênio. Este material, quando deixado sobre o solo forma uma cobertura de 10 a 15 cm de espessura (URQUIAGA et al., 1991). Além disso, um estudo de longo prazo mostrou que houve um aumento de 25 % na produtividade de colmos devido a não utilização da queima do canavial para a colheita da cana, além dos benefícios para o balanço de N do sistema relacionados ao processo de fixação de N<sub>2</sub> (RESENDE, 2005). No entanto, o mesmo estudo, realizado na região de Timbaúba, PE, de clima semi-árido, mostrou que a grande quantidade de palha que fica no sistema não promoveu aumento no estoque de C do solo na camada de 0-100 cm, em comparação ao que utiliza a queima para colheita da cana.



**Figura 5.** Origem e estoque de carbono no solo (kg C m<sup>-3</sup>) sob cobertura de cana-de-açúcar e numa área adjacente de mata, no município de Linhares (ES). Para o cálculo de estoque de carbono utilizou-se a massa de solo da área sob cana sem queima como referência. M-mata, CC-cana sem queima, CQ-cana com queima.

## Conclusões

O sistema de colheita sem a queima da palhada apresentou 11% a mais de C estocado no solo comparado com o sistema cana queimada, até 100 cm de profundidade.

O carbono total da vegetação anterior (mata) diminuiu nos dois sistemas de colheita da cana-de-açúcar, sendo que, o sistema de colheita que manteve a palhada na superfície preservou maior quantidade do carbono original.

Quanto ao estoque de nitrogênio, a cana sem queima foi superior ao sistema cana com queima da palhada.



**Tabela 2.** Estoques de C e N no solo sob o sistema de colheita cana sem queima e cana com queima da palhada. Considerou-se para o cálculo do estoque de C e N a mesma massa de solo da área considerada como referência (cana sem queima).

Camada (cm)	ESTOQUE C (Mg ha <sup>-1</sup> )		ESTOQUE N (Mg ha <sup>-1</sup> )		RELAÇÃO C/N	
	SQ*	CQ*	SQ	CQ	SQ	CQ
0-10	14,8 a	10,9 b	1,3 a	0,8 b	11,4	13,6
0-40	49,6 a	43,5 a	3,8 a	3,3 a	13,1	13,2
0-100	113,8 a	100,8 a	8,4 a	7,3 b	13,5	13,7

SQ-Cana sem queima, CQ-Cana com Queima. Para cada intervalo de profundidade, letras iguais não diferem entre si pelo teste T, no nível de probabilidade de 5%.

## Origem do carbono do solo

Quanto à origem deste carbono acumulado no solo (Figura 5), após catorze anos da implantação do experimento, o carbono total incorporado com a mata diminui, só que, do que restou, 42% pertence ao carbono original (0-5 cm). Como era de se esperar, a quantidade de carbono oriundo da cana reduziu em profundidade, chegando a valores de 0,12 kg C m<sup>-3</sup> para ambos os sistemas de corte da cana (80-100 cm).

Na cana sem queima houve maior preservação do carbono da vegetação anterior (Figura 5). Deve estar ocorrendo algum mecanismo de proteção da MOS no sistema cana crua, como proteção do material orgânico dentro dos agregados do solo. Pois, de acordo com CEDDIA et al. (1998) ao avaliarem o efeito dos sistemas de colheita na agregação do solo na mesma área experimental, verificaram que, o sistema cana sem queima foi o que apresentou maior quantidade de agregados estáveis em água quando comparado com o outro sistema de colheita.

Esse resultado parece não representar o que ocorre em regiões canavieiras do Sudeste brasileiro, onde taxas médias de acúmulo de C no solo, para um intervalo de 20 anos, situa-se em 1,62 Mg C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> quando a queima do canavial é substituída pela colheita de cana crua (MELLO et al., 2006), embora tenham sido considerados apenas os primeiros 20 cm do solo.

O Brasil é signatário do Protocolo de Quioto, mas não está comprometido com metas de redução de gases de efeito estufa, porém, pode se beneficiar no futuro com práticas que contribuam com o seqüestro de C atmosférico (IPCC, 1997). Por esse motivo, é importante avaliar como o manejo da cultura de cana-de-açúcar pode potencializar a acumulação de C no solo. Devido à extensão das terras agrícolas brasileiras, e a franca expansão das áreas com canaviais, é importante avaliar o efeito da colheita da cana crua em diferentes regiões quanto a acumulação de C no solo.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar sobre os estoques de carbono e nitrogênio orgânico num Argissolo Amarelo, no município de Linhares (ES).

## Material e Métodos

### Localização da Área de Estudo

O trabalho foi conduzido numa área experimental pertencente a LAGRISA (Linhares Agrícola S/A), no município de Linhares (19°06' e 19°18' S e 39°43'e 40°19' W; altitude 30 m), compreendida pela zona fisiográfica denominada Baixo Rio Doce, no Estado do Espírito Santo (EMBRAPA- SNLCS, 1979).

### Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em 28/05/1989 visando um estudo de longa duração dos sistemas de corte da cana-de-açúcar (Figura 1). Para tal projeto, fez-se o plantio da variedade RB 73-9735 (no espaçamento de 1,2 m entre linhas), que apresenta porte ereto e fácil despalha, características que facilitam o corte da cana sem

queimar. A adubação no plantio foi de 125 kg/ha de  $P_2O_5$ , 85 kg/ha de  $K_2O$  e 500 kg/ha de calcário dolomítico aplicados no sulco. Nos anos seguintes (1990-1996), após as colheitas, foi realizada a adubação das soqueiras com 400 kg de adubo formulado 25-00-20, aplicados na entrelinha.



*Figura 1. Visão geral da área experimental.*

O tratamento da cana com queima da palhada apresentou o menor valor de estoque de carbono em comparação à cana sem queima (até 100 cm). A cana sem queima favoreceu um incremento de 13 Mg C ha<sup>-1</sup> em relação à cana com queima, apesar dessa diferença percentual de aproximadamente 11% não ser estatisticamente significativa.

Em relação ao estoque de N, observa-se que o manejo sem queima da palhada foi superior ao sistema com a queima da cana, na avaliação feita até 100cm de profundidade. Não foi observada diferença somente no intervalo de 0-40 cm, onde possivelmente, as raízes das plantas estariam sendo as principais responsáveis na adição de matéria orgânica nessa profundidade (Tabela 2). Isso pode ser destacado pela relação C/N, que não difere entre os dois sistemas de colheita da cana-de-açúcar nessa profundidade (0-40 cm).

A partir dos resultados mostra-se que a camada arável do solo foi a mais afetada pelo manejo da cana. E que, o potencial de estoque de carbono no solo promovido pela cultura da cana-de-açúcar foi mais pronunciado quando a palhada foi mantida no sistema. A conservação da palhada apresenta dois benefícios principais: a conservação da umidade do solo e a preservação da matéria orgânica. Embora a cana seja uma cultura semiperene, onde o revolvimento do solo se dá, em média, a cada 6-8 anos, o manejo utilizado no momento da renovação do canavial é extremamente intensivo, podendo causar grandes perdas através da mineralização da matéria orgânica do solo (BODDEY et al., 2006). As raízes das plantas, embora não tenham sido determinadas neste trabalho, podem estar contribuindo com quantidades significativas de carbono no solo.

## Estoque de carbono e nitrogênio no solo

O estoque de carbono e nitrogênio do solo foi determinado associando-se o teor de carbono e nitrogênio orgânico encontrado nas diferentes profundidades com a sua respectiva densidade do solo. As camadas de solo a serem comparadas devem possuir a mesma massa do solo do tratamento empregado como referência, conforme indicado anteriormente. Nesse estudo a área sob mata não pode ser utilizada como referência, então a massa de solo sob cana sem queima foi utilizada como tratamento referência para o cálculo do estoque de carbono e nitrogênio. O processo de ajuste da massa de solo foi de camada a camada seguindo a diferença entre a densidade do solo de cada camada.

O estoque de C e N foi avaliado nas primeiras camadas do solo (0-10 cm) e em camadas maiores (0-40 e 0-100 cm). Foi observado o efeito dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar nos estoques de carbono do solo (Tabela 2). Em todas as camadas avaliadas, o estoque de C e N no sistema sem queima da cana foi superior ao sistema com a queima da cana porém, somente nas primeiras camadas (0-10 cm) o sistema de colheita sem queima da palhada foi estatisticamente superior ao sistema com queima da palhada. Isto se deve ao efeito do sistema de manejo que acumula a palhada na superfície do solo no sistema cana sem queima, contribuiu mais diretamente com maior entrada e disponibilidade de nutrientes no solo, como carbono, nitrogênio.

Considerando o estoque de carbono até 40 cm de profundidade, observa-se que há um menor efeito dos sistemas de corte da cana e, o que está provavelmente contribuindo com maior adição de carbono no solo é o sistema radicular da cultura da cana, que apesar de não quantificado neste estudo, foi observado por outros autores maior quantidade de raízes da cana nessa profundidade de solo (ALVAREZ et al., 2000).



*Figura 2. Queimada da cana antes da colheita. No plano inferior, observa-se a palhada sob o solo no sistema de colheita sem a queima da cana-de-açúcar.*

A área experimental possui 12 faixas, com uma distância de 2 m entre elas. Cada faixa tem 13,2 m de largura e 95 m de comprimento (1254 m<sup>2</sup> de área), com 12 linhas de cultivo. As faixas foram planejadas nestas dimensões de forma que as avaliações de parâmetros como produção, eficiência de corte e outros índices de custo de produção simulassem uma situação real de produção da cana-de-açúcar em grande escala.

Os tratamentos avaliados foram: a) corte da cana após a queima da palhada (cana com queima) e, b) corte da cana sem a queima da palhada e com distribuição desta na superfície do solo (cana crua) (Figura 2). Também foram coletadas amostras de solo numa área de vegetação nativa (mata) adjacente à área experimental para avaliar o estoque de carbono no solo sem o uso agrícola da terra. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições para cada tratamento. Foi feita a análise da

variância e as médias foram comparadas utilizando o teste T a 5% de probabilidade.

### Coleta, preparo das amostras e análise da textura e densidade do solo

Em novembro de 2003, foram abertas trincheiras de 1,0 x 1,20 x 1,20m sob cada tratamento. Amostras de terra foram coletadas das quatro paredes de cada trincheira, nas profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o Laboratório de Solos e Nitrogênio da Embrapa Agrobiologia, onde foram secas ao ar, moídas e passadas em peneira de 2,0 mm (terra fina seca ao ar - TFSA) para posterior execução das análises. A textura das amostras de terra foi determinada conforme EMBRAPA-CNPS (1997).

Anéis de metal com volume interno de 50 cm<sup>3</sup> (anéis de Kopecky) foram cuidadosamente inseridos em cada camada do solo e, após a retirada do excesso de solo externamente aos anéis, foi transferido o conteúdo para sacos plásticos, sendo este transportado para o laboratório para o processo de determinação da densidade do solo. No laboratório, as amostras foram colocadas em estufa a 110°C.

Após um dia de secagem, obteve-se a massa do solo seco. Como o volume total foi conhecido (volume do anel de Kopecky), pode-se determinar a densidade do solo.

As amostras de terra foram finamente moídas (< 250 µm) em moinho de rolagem até a pulverização (SMITH & MYUNG, 1990) e utilizadas para a determinação do carbono, por combustão total com auxílio de um analisador CHN, Leco. A relação isotópica do carbono nas amostras finamente moídas de solo e da palhada foram determinadas através do CO<sub>2</sub> obtido por combustão sob atmosfera em oxigênio a 900°C. O gás foi então purificado e analisado num espectrômetro de massas (Finnigan Matt Modelo Delta Plus). Para a determinação do nitrogênio utilizou-se a digestão de Kjeldahl, conforme descrito por ALVES et al. (1994).

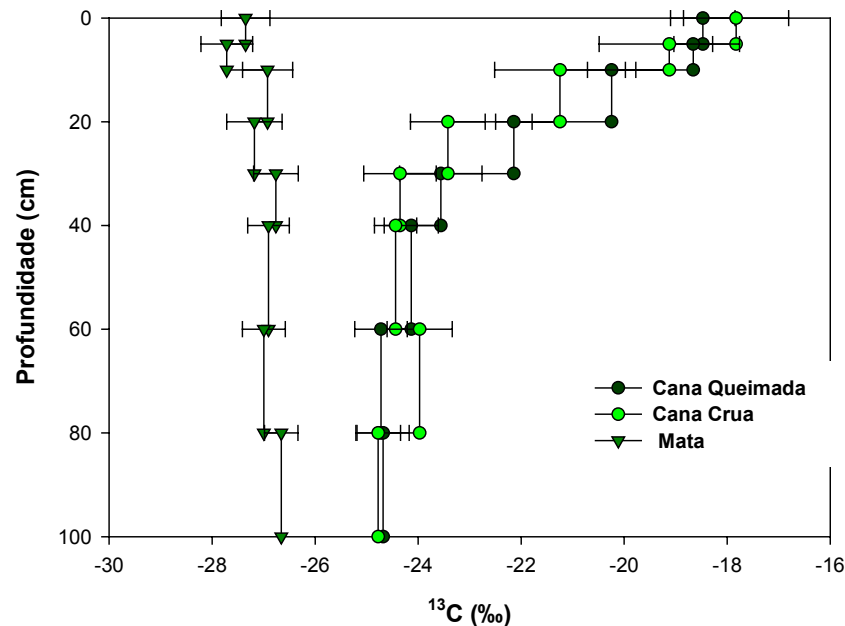
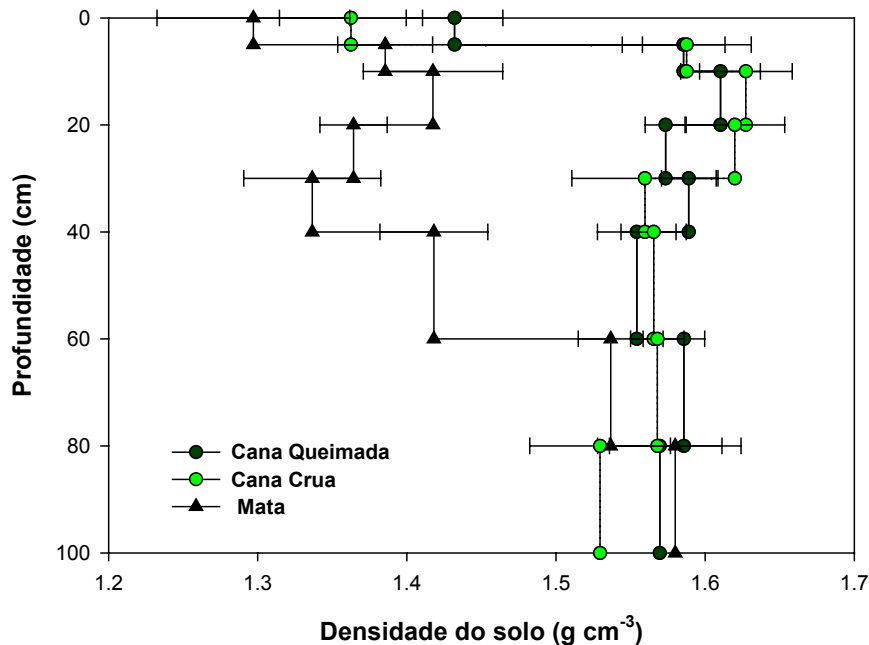


Figura 4. Composição isotópica de <sup>13</sup>C no solo sob cobertura de cana-de-açúcar (com e sem queima da palhada) e sob mata em Linhares, ES. (as barras indicam o erro padrão da média de 5 repetições).

As análises de textura, densidade do solo e de abundância natural de <sup>13</sup>C do solo sob a mata apresentaram diferenças mais acentuadas em relação às do solo sob cana-de-açúcar, dessa forma não sendo apropriada como referência da condição do solo antes da introdução do canavial. Geralmente, as áreas sob mata mantidas pelos agricultores correspondem a áreas com limitação de fertilidade e/ou impedimento físico, e por isso nem sempre são representativas das áreas cultivadas.



**Figura 3.** Densidade do solo sob sistemas de corte da cana-de-açúcar e numa área adjacente ao experimento de mata em Linhares, ES. (barras de erros indicam o erro padrão da média, de 5 repetições).

No solo sob mata foram encontrados sinais característicos de plantas de ciclo fotossintético C<sub>3</sub> ao longo do perfil, com valor de -27,3 ‰ na camada de 0-5 cm, com um ligeiro aumento em profundidade, até o valor de -26,39 ‰ na camada 80-100 cm. Pode-se observar uma diferença de aproximadamente -2‰ abaixo de 30 cm de profundidade, em relação ao observado nos sistemas de colheita da cana.

### Determinação do estoque de carbono e nitrogênio total

O estoque de carbono do solo foi determinado associando-se o teor de carbono e nitrogênio orgânico encontrado nas diferentes profundidades com a sua respectiva densidade do solo. No entanto, em todo sistema agrícola, a movimentação do solo e o tráfego de máquinas nas etapas de preparo do solo, tratos culturais e/ou colheita, provocam compactação das camadas mais superficiais. Assim, seguindo o procedimento descrito em (VELDKAMP, 1994; NEILL et al., 1997), as camadas de solo foram comparadas considerando-se uma mesma massa do solo.

### Determinação da origem do carbono no solo

A proporção do carbono proveniente da vegetação atual (cana-de-açúcar) e da vegetação anterior (mata) foi realizado de acordo com a seguinte equação (BALESDENT et al., 1987):

$$A = (x/100) * A_1 + (1-x/100) * A_0$$

De acordo com BALESDENT et al. (1987), após um tempo (t) de cultivo, (A) é a relação <sup>13</sup>C/(<sup>12</sup>C + <sup>13</sup>C) do carbono no solo no tempo (t); (A<sub>0</sub>) é a relação para o carbono no solo no tempo inicial (t = 0), ou para um solo sob vegetação C<sub>3</sub>; (A<sub>1</sub>) é a relação para a planta C<sub>4</sub>. Assim, a percentagem “x” de carbono oriunda da vegetação C<sub>4</sub> pode ser calculada.

Se o conteúdo de carbono (C) é conhecido, a quantidade (X) do carbono oriundo de plantas C<sub>4</sub> pode ser determinada:

$$X = C \cdot x.$$

A quantidade de carbono residual do solo inicial (y) é: y = C (1-x).

Com os dados de estoque total de C do solo e as percentagens de C de cada vegetação, foi possível calcular os estoques de C do solo oriundos de cada vegetação até 100 cm de profundidade.

## Resultados e Discussão

As análises granulométricas do solo sob mata e cana-de-açúcar foram semelhantes, arenosa nos primeiros 20 cm de profundidade. A mudança textural, esperada em Argissolos, ocorreu em 20 cm de profundidade no perfil de solo sob mata e, em 30 cm no perfil sob cana-de-açúcar (Tabela 1). No entanto, observa-se que, em profundidade, o solo sob mata apresenta uma textura argilosa (41% de argila), enquanto o solo sob cana-de-açúcar possui uma textura média (28% de argila).

**Tabela 1.** Análise granulométrica do solo sob mata e cana-de-açúcar em Linhares (ES).

Cobertura do solo	Profundidade (cm)	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )
Mata	0-5	870	110	20
	5-10	850	140	10
	10-20	790	180	30
	20-30	660	260	80
	30-40	610	330	50
	40-60	590	310	100
	60-80	560	380	60
	80-100	530	410	60
Cana	0-5	890	100	10
	5-10	890	110	10
	10-20	890	100	10
	20-30	880	120	0
	30-40	800	200	0
	40-60	760	210	40
	60-80	750	230	20
	80-100	700	280	20

Com relação à densidade do solo, o sistema de colheita com queima da cana apresentou densidade do solo, da camada mais superficial (1,43 g cm<sup>-3</sup>), diferente do sistema de manejo sem a queima (1,36 g cm<sup>-3</sup>), sugerindo um processo de compactação superficial do solo (Figura 3). A área sob mata apresentou nessa mesma profundidade valores inferiores (1,30 g cm<sup>-3</sup>), comparada ao sistema sem a queima da palhada. Esses resultados estão de acordo com os apresentados por CEDDIA (1998), podendo-se deduzir que a preservação da cobertura vegetal favoreceu a formação dos agregados do solo devido a maior disponibilidade de matéria orgânica, resultando na diminuição da densidade do solo.

Para se comparar a influência dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar nos estoques de C e N do solo, com uma área de referência (mata) é preciso que estes estejam sob o mesmo tipo de solo. A textura e a densidade do solo são importantes indicadores para este tipo de julgamento. O solo na área de mata, em todo o perfil estudado, apresentou densidade do solo inferior ao solo sob ambos os sistemas de colheita da cana-de-açúcar. Pelo critério densidade do solo e textura, pode-se dizer que a área de mata apresenta solo com características físicas diferentes quando comparado com o solo sob cana-de-açúcar.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  refletiram a vegetação instalada sobre o solo (Figura 4). Os sistemas de colheita da cana com queima e sem queima da palhada apresentaram a mesma tendência na variação da abundância do  $^{13}\text{C}$  com a profundidade. Nas primeiras camadas, verificaram-se valores mais elevados, típicos de plantas de ciclo fotossintético C<sub>4</sub>, variando de -17,8‰ e -18,5‰ para cana sem queima e com queima da palhada, respectivamente. Na camada mais profunda (80-100cm) houve uma diminuição nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , chegando a -24,7‰, para ambos os sistemas de colheita de cana. A partir dessa informação, pode-se concluir que o solo sob os sistemas sem queima e com queima da palhada esteve sob uma mesma vegetação no passado.