



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

**JEAN CESAR DE OLIVEIRA**

**CARBONO ORGÂNICO TOTAL E FRAÇÕES OXIDÁVEIS DA MATÉRIA  
ORGÂNICA DE SOLOS EM SISTEMAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM  
GOIANÉSIA - GO**

**Goianésia**

**2017**



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

**CARBONO ORGÂNICO TOTAL E FRAÇÕES OXIDÁVEIS DA MATÉRIA  
ORGÂNICA DE SOLOS EM SISTEMAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM  
GOIANÉSIA - GO**

**JEAN CESAR DE OLIVEIRA**

**Orientador: Me. Rodrigo Fernandes de Souza**

**Publicação nº: 07/2017**

**Goianésia  
2017**

**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA  
ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**CARBONO ORGÂNICO TOTAL E FRAÇÕES OXIDÁVEIS DA MATÉRIA  
ORGÂNICA DE SOLOS EM SISTEMAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM  
GOIANÉSIA - GO**

**JEAN CESAR DE OLIVEIRA**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA APRESENTADA COMO  
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE  
BACHAREL EM AGRONOMIA.**

**APROVADO POR:**

---

RODRIGO FERNANDES DE SOUZA, MESTRE  
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG  
ORIENTADOR

---

ELITANIA GOMES XAVIER, MESTRA  
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG  
EXAMINADOR

---

DANIEL ALMEIDA SOARES, MESTRE  
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG

**Goianésia/GO, 17 de junho de 2017.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, J. C.; Carbono orgânico total e frações oxidáveis da matéria orgânica de solos em sistemas de cultivo de cana-de-açúcar em Goianésia - Go  
Orientação de Rodrigo Fernandes de Sousa; – Goianésia, 2017. 26p

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2017.  
1. Agricultura. 2. Ciência do Solo. 3. Fertilidade do Solo

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, J. C.; **Carbono orgânico total e frações oxidáveis da matéria orgânica de solos em sistemas de cultivo de cana-de-açúcar em Goianésia - Go.** Orientação de Rodrigo Fernandes de Souza; Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2017, 26p. Monografia de Graduação.

### CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: JEAN CESAR DE OLIVEIRA

GRAU: BACHAREL

ANO: 2017

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Nome: JEAN CESAR DE OLIVEIRA

CPF: 010.793.501-52

Endereço: Rua viela C 2 N° 10 Bairro Negrinho Carrilho

Email: jheancesar@yahoo.com.br

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado saúde e por permitir que este sonho fosse realizado.

Agradeço a todos que...

... me orientaram com paciência e sabedoria:

Meu orientador mestre Rodrigo Fernandes de Souza e todos os professores que me apoaram.

...tornaram possível a dedicação exclusiva á pesquisa, por meio de bolsa de Iniciação Científica:

À FUNADESP / Unievangélica.

...apoiaram e gentilmente me ajudaram nas coletas de campo:

Diogo Janio, Wagner Gonçalves, Maurício Oliveira Barros.

...me ajudaram no trabalho de laboratório com competência e profissionalismo:

Maurício Oliveira Barros, Iara Alves Gonçalves.

...me cederam os locais para relizar as amostragens:

Usina Jalles Machado, representada pela gestora de pesquisa Karoline Fernandes Rodrigues.

...me apoiaram no dia a dia com carinho e compreensão:

Minha esposa e filhos, meus familiares e meus amigos.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4. CONCLUSÕES.....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Carbono Orgânico Total (COT) do solo em sistema de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar.....	15
Tabela 2. Carbono Orgânico Total (COT) do solo em sistema de cultivo de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça.....	16
Tabela 3. Carbono Orgânico Total (COT) do solo nas idades de 2°, 4° e 6° corte no cultivo de cana-de-açúcar. ....	16
Tabela 4. Frações de Carbono F1 + F2 do solo em sistema de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar.....	17
Tabela 5. Frações de Carbono F1 + F2 do solo em sistema de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça .....	18
Tabela 6. Frações de Carbono F1 + F2 do solo nas idades de 2°, 4° e 6° corte no cultivo de cana-de-açúcar. ....	18
Tabela 7. Frações de Carbono F3 + F4 do solo em sistema de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar.....	19
Tabela 8. Frações de Carbono F3 + F4 do solo em sistema de cultivo de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça.....	20
Tabela 9. Frações de Carbono F3 + F4 do solo nas idades de 2°, 4° e 6° corte no cultivo de cana-de-açúcar. ....	20

**Trabalho a ser enviado a Revista Brasileira de Ciência do Solo**



## RESUMO

A Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura de grande importância no cenário brasileiro, o seu manejo influencia diretamente nos atributos do solo, independente do sistema de cultivo, seja ele convencional ou orgânico. O sistema, bem como o cultivo podem alterar as frações de carbono no solo, que pode ser avaliada e monitorada através do acúmulo de carbono ou de suas frações contidas na matéria orgânica, uma vez que diversas funções e processos físicos, químicos e biológicos que acontecem no solo têm relação direta com a matéria orgânica. O objetivo deste trabalho foi verificar os teores do carbono orgânico total (COT) e das frações oxidáveis presentes nos solos manejados com diferentes sistemas de cultivo em Goianésia. O experimento avaliou os sistemas convencional e orgânico, com e sem aplicação de vinhaça em três idades de corte (2º, 4º e 6º cortes). O manejo do cultivo de cana-de-açúcar em sistema orgânico contribui para o incremento dos teores de carbono orgânico total do solo. O uso de vinhaça é uma prática que incrementa carbono orgânico nos solos sob cultivo de cana-de-açúcar. A idade de corte não apresenta relação linear nos teores de carbono total e das frações analisadas.

**Palavras-chave:** carbono orgânico, vinhaça, disponibilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresenta grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial. (MAULE et. al. 2001). É uma cultura bastante difundida no Brasil, sendo industrialmente utilizada para produção de açúcar e álcool (FARIA, 1993).

A Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2015), afirma que o Brasil ocupa a primeira posição em termos de produção mundial de cana-de-açúcar. De acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (MAPA, 2014), a cana-de-açúcar se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira, tornou o Brasil o maior produtor de açúcar e etanol, permanecendo responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo, e tem conquistado também o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética.

Segundo Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015) Goiás ocupa a segunda colocação nacional em área plantada e o maior produtor de açúcar e segundo lugar em produção etanol. O setor sucroalcooleiro representa uma das principais fontes empregadoras do estado. Conforme (CONAB, 2015), há uma probabilidade de que se mantenha o processo de expansão de novas áreas para a cultura canavieira em Goiás.

Na safra 2015/16 a área colhida de cana-de-açúcar destinada à atividade sucroalcooleira no Brasil foi de 8.654,2 mil hectares, com produção de 665,6 milhões de toneladas, apresentou um incremento de 4,9% em relação à safra passada. O estado de Goiás contribuiu com 10,4% (885,8 mil hectares), segunda maior área plantada do país (CONAB, 2015). A região de Goianésia conta com três Usinas Sucroalcooleiras, as quais geram emprego e renda para milhares de pessoas no Município.

No cultivo de cana-de-açúcar o preparo do solo provoca alterações nos atributos do mesmo, por isso Jendiroba (2006) recomenda que se faça um monitoramento rigoroso nas áreas cultivadas com a cana-de-açúcar. Assim o manejo do solo é extremamente importante para a qualidade do material a ser colhido. De maneira geral, o manejo convencional tem sido utilizado, este sistema

que segue padrões pré-estabelecidos, como a utilização de agrotóxicos e hormônios, prática de queimadas que destroem a matéria orgânica existente no solo, normalmente se utiliza de monocultura o que gera um maior desequilíbrio ecológico, uso excessivo de água.

Em paralelo ao sistema convencional, algumas usinas sucroalcooleiras têm investido na produção de cana-de-açúcar em sistema orgânico, no qual o manejo do solo desempenha um papel determinante, já que o objetivo é o de manter um equilíbrio dinâmico, formado pelos organismos vivos como bactérias, fungos, parasitas da terra e uma alta taxa de matéria orgânica, para que as plantas se desenvolvam bem (UFJF, 2012).

Na agricultura orgânica a conservação ambiental é um componente essencial para produção, além de destacar como base de produção, a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo (SOARES, 2012).

O principal contraste da agricultura orgânica frente à convencional é o não uso de agrotóxicos, adubos químicos ou substâncias sintéticas que agridem o meio ambiente. Só é considerado orgânico, o processo produtivo que usa de forma responsável o solo, a água, o ar e os demais recursos naturais, e que respeita as relações sociais culturais (SCALCO, 2013).

No processamento da cana-de-açúcar para produção de etanol e açúcar as usinas brasileiras produzem diversos subprodutos como palha, bagaço, torta de filtro, levedura, vinhaça e melaço, em grandes quantidades (PAOLIELLO, 2006). Estima-se que tonelada de cana-de-açúcar processada produza em média de 700 a 800 litros de vinhaça (FERREIRA, 2009).

A destinação correta dos subprodutos é de extrema importância para contribuição da conservação ambiental. Em relação à vinhaça, praticamente todo o material passou a ser utilizado nas lavouras de cana-de-açúcar (TORRES et. al., 2012). A fertirrigação com vinhaça é bastante difundida nas regiões canavieiras com resultados satisfatórios em relação às alterações químicas no solo, como o aumento de matéria orgânica, pH, teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) trocáveis (MEDEIROS et. al., 2003).

A qualidade do solo no ambiente produtivo determina o sucesso da produção. Diversos autores têm avaliado parâmetros para indicar a qualidade do solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011). Dentre os parâmetros estudados, a matéria orgânica tem tido destaque frente a outros parâmetros (SHUKLA et. al., 2006;

XAVIER et. al., 2006) uma vez que diversas funções e processos físicos, químicos e biológicos que acontecem no solo têm relação direta com a matéria orgânica. Uma das formas de avaliar esta qualidade é monitorar o acúmulo de carbono ou de suas frações contidas na matéria orgânica (SOUZA et. al., 2014).

Dentre as frações do carbono, Chan et. al., (2001) sugerem a avaliação das frações oxidáveis o qual é dividido em quatro frações (F1, F2, F3 e F4), conforme o grau de suscetibilidade à oxidação, na presença de diferentes concentrações de ácido sulfúrico. As frações F1 e F2, de mais fácil oxidação, estão associadas à disponibilidade de nutrientes e à formação de macro agregados (BLAIR et. al., 1995; CHAN et. al., 2001).

Já as frações F3 e F4 estão relacionadas a compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da matéria orgânica do solo (STEVEYSON, 1994).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência dos sistemas de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar, a aplicação de vinhaça e a idade de corte nas frações oxidáveis do carbono da matéria orgânica do solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar em parceria com a Usina de Açúcar e Alcool Jalles Machado S/A – Goianésia GO. Para tanto, amostras de solo foram coletadas em duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm). O experimento disposto em delineamento fatorial 2 x 2 x 3, o primeiro fator constituído pelo sistema de manejo (convencional e orgânico), o segundo pela aplicação da vinhaça como fertirrigação (com e sem vinhaça) e o terceiro com três idades de corte (2º corte, 4º corte e 6º corte). As amostras foram coletadas com uso de trado, cada amostra foi composta por quatro subamostras.

As amostras foram levadas para o laboratório de solos da Faculdade Evangélica de Goianésia onde foram tamisadas em peneira de malha de 2 mm, secas ao ar, maceradas e todo o solo passado em peneira de malha de 0,5 mm para as análises.

As frações oxidáveis da matéria orgânica foram determinadas de acordo com o procedimento proposto por Chan et. al., (2001) adaptado por Rangel (2008) assim resumido: amostras de 0,5g de terra fina seca ao ar (TFSA) foram colocadas em Erlenmeyers de 250 mL, se adicionou 10 mL  $K_2Cr_2O_7$ , 0,167 mol L<sup>-1</sup> e quantidades de  $H_2SO_4$ , 2,5 ml, 5 ml, 10 ml e 20 ml correspondentes, respectivamente, às concentrações finais de 3, 6, 9 e 12 mol L<sup>-1</sup>.

A oxidação foi realizada sem fonte externa de calor e a titulação dos extratos foi realizada com uma solução de  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  0,4 mol L<sup>-1</sup> (sal de Mohr), utilizando-se como indicador a fenantrolina ( $C_{12}H_8N_2H_2O$ ), preparada em função da mistura de 1,465 g de indicador com 0,985 g de  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , que foram dissolvidos em 100 mL de água destilada. O fracionamento do C produziu quatro frações, com graus decrescentes de oxidação: Fração 1 (F1): C oxidado por  $K_2Cr_2O_7$  em meio ácido com 3 mol L<sup>-1</sup> de  $H_2SO_4$ ; Fração 2 (F2): diferença entre o C oxidado por  $K_2Cr_2O_7$  em meio ácido com 6 e 3 mol L<sup>-1</sup> de  $H_2SO_4$ ; Fração 3 (F3): diferença entre o C oxidado por  $K_2Cr_2O_7$  em meio ácido com 9 e 6 mol<sup>-1</sup> de  $H_2SO_4$ ; Fração 4 (F4): diferença entre o C oxidado por  $K_2Cr_2O_7$  em meio ácido com 12 e 9 mol L<sup>-1</sup> de  $H_2SO_4$ , análises foram feitas em triplicatas.

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Assistat Beta 7.7.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carbono total encontrados neste estudo variaram de 27,60 a 33,38 g.kg<sup>-1</sup> com decréscimo em profundidade. Esses valores estão acima daqueles encontrados em solos do Cerrado (SIQUEIRA NETO et. al., 2009; FIGUEIREDO et. al., 2010; VIANA et. al., 2011; COSTA JUNIOR et. al., 2011, SOUZA et. al., 2014). Entretanto ainda encontram-se abaixo do limite mínimo de sustentabilidade que é 40 g.kg<sup>-1</sup> sugerido por Goedert (2005) e Papa (2011).

Na Tabela 1 são apresentados os valores de carbono orgânico total avaliado nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, nas profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm.

**Tabela 1.** Carbono Orgânico Total (COT) do solo em sistema de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar.

SISTEMA	COT (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
Orgânico	32,45 a	29,78 a
Convencional	31,20 b	28,85 b
CV (%)	2,81	2,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

De maneira geral os valores de Carbono total encontrados no sistema orgânico foram superiores aos do sistema convencional diferindo estatisticamente tanto na camada de 0-10 cm tanto quanto na camada de 10-20 cm. Esses resultados confirmam os encontrados por Abbruzzini (2012) onde as áreas de cultivo de cana-de-açúcar no sistema orgânico apresentaram maior estoque de carbono orgânico, do que nas de sistema convencional.

Segundo Bayer et. al., (2004) nos sistemas convencionais de cultivo o solo atua como fonte de C para atmosfera, o C se fixa em menor quantidade no solo, sendo perdido para a atmosfera. O que pode explicar os maiores teores observados no sistema orgânico, no qual tende-se a manter este C fixado no solo.

Na tabela 2 são apresentados os valores de carbono orgânico total avaliado no manejo com aplicação de vinhaça e sem aplicação de vinhaça, nas camadas de profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm.

**Tabela 2.** Carbono Orgânico Total (COT) do solo em sistema de cultivo de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça.

SISTEMA	COT (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
Com Vinhaça	33,52 a	29,70 a
Sem Vinhaça	30,14 b	28,92 b
CV (%)	2,81	2,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

De modo geral, as médias do manejo com aplicação de vinhaça apresentaram maiores teores de carbono orgânico total, o que diferenciou o manejo sem aplicação de vinhaça, tanto na profundidade de 0-10 cm quanto na de 10-20, resultados semelhantes aos encontrados por Vasconcelos et. al., (2010)

Estes resultados podem ser explicados segundo Canellas et. al., (2003) e Rosset et. al., (2014) pelo fato da prática da fertirrigação melhorar o aporte de matéria orgânica no solo. Além disso, a vinhaça tem efeitos positivos em diversas características do solo, eleva o pH, aumenta a disponibilidade de alguns íons, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e melhora a estrutura física do solo. De acordo com (GLÓRIA; ORLANDO FILHO,1983), a vinhaça deve ser vista, também, como agente do aumento da população e atividade microbiana no solo que favorece a fixação de carbono no solo que estão associadas à disponibilidade de nutrientes e a formação de macro agregados.

Na tabela 3 são apresentados os valores de carbono orgânico total avaliado por idade, representada pelo 2° corte, 4° corte e 6° corte, nas camadas de solo na profundidade de 0-10 cm e 10-20 cm.

**Tabela 3.** Carbono Orgânico Total (COT) do solo nas idades de 2°, 4° e 6° corte no cultivo de cana-de-açúcar.

IDADE	COT (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
2° Corte	32,53b	28,87 b
4° Corte	33,38 a	31,47 a
6° Corte	30,59 c	27,60c
CV (%)	2,81	2,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os teores de carbono apresentaram comportamentos diferentes de acordo com o tempo de implantação, ou seja, o número de cortes. No 4° corte



apresentou maior quantidade de carbono orgânico total, seguido do 2° corte e por último, em menor quantidade o de 6° corte. Esta situação ocorreu tanto para camada de 0-10 cm quanto a de 10-20 cm de profundidade.

Semelhante ao descrito por Skjemstad et. al., (1999) onde áreas cultivadas a mais tempo no cultivo de cana-de-açúcar apresentam solos com menores níveis de carbono orgânico na superfície, que se elevam nas camadas do subsolo, quando comparados com áreas recém-implantadas.

Para as frações oxidáveis, neste estudo, foram agrupadas, conforme a labilidade e a recalcitrância em F1 + F2 e F3 + F4. Para Majumder et. al., (2008) as frações F1 e F2 podem ser consideradas um bom indicador de sustentabilidade do sistema, enquanto a frações F3 e F4 são mais resistente do solo, sendo denominada "compartimento passivo" nos modelos de simulação da MOS, com tempo de reciclagem de até 2.000 anos (CHAN et. al., 2001).

Na tabela 4 são apresentados os valores de carbono para as frações F1 + F2 avaliado nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm.

**Tabela 4.** Frações de Carbono F1 + F2 do solo em sistema de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar.

SISTEMA	F1 + F2 (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
Orgânico	14,15 a	11,19 b
Convencional	11,22 b	12,52 a
CV (%)	10,31	12,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O sistema orgânico apresentou maiores teores de carbono das frações F1 + F2 na profundidade de 0-10 cm. Tais resultados são explicados, pois as frações F1 e F2, de mais fácil oxidação, estão associadas aos materiais orgânicos depositados sobre a superfície do solo. No manejo orgânico é comum o uso de fertilizantes orgânicos, o que contribui para o incremento dos teores de C no solo, principalmente nas frações mais oxidáveis (F1 + F2) bem como a maior deposição de resíduos vegetais (MAIA et. al., 2007) pela ausência de controle químico de plantas invasoras.

Já o sistema convencional apresentou maior concentração de carbono das frações F1 + F2 na profundidade de 10-20 cm, fato que pode ser explicado, pois

o manejo convencional além de revolver as camadas de solo pode deslocar a matéria orgânica da superfície para a profundidade.

Na tabela 5 são apresentados os valores de carbono para as frações F1 + F2 avaliado no manejo com aplicação de vinhaça e sem aplicação de vinhaça, na profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm.

**Tabela 5.** Frações de Carbono F1 + F2 do solo em sistema de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça

SISTEMA	F1 + F2 (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
Com Vinhaça	12,98 a	10,68 b
Sem Vinhaça	12,39 a	13,03 a
CV (%)	10,31	12,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

O uso da prática de aplicação de vinhaça não influenciou os teores de Carbono da fração F1+F2 na profundidade de 0-10 cm. Resultados diferentes dos apresentados por Abreu et. al., (2016), que com a aplicação de vinhaça observaram incremento de carbono em todas as camadas analisadas.

Já na camada subsuperficial, 10-20 cm, o manejo sem a aplicação de vinhaça apresentou maiores teores de carbono, discordando dos dados publicados por Canellas et. al., (2003) que observaram maiores teores de carbono principalmente nas camadas intermediárias avaliadas quando se utilizou-se a vinhaça via fertirrigação.

Na tabela 6 são apresentados os valores para carbono das frações F1 + F2 avaliadas por idade, representada pelo 2° corte, 4° corte e 6° corte, nas frações de profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm.

**Tabela 6.** Frações de Carbono F1 + F2 do solo nas idades de 2°, 4° e 6° corte no cultivo de cana-de-açúcar.

IDADE	F1 + F2 (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
2° Corte	13,61 a	12,71 a
4° Corte	11,39 b	10,20 b
6° Corte	13,06 a	12,65 a
CV (%)	10,31	12,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

As frações apresentaram comportamentos diferentes de acordo com o tempo de implantação, ou seja, o número de cortes. Nos 2° e 6° cortes observaram-se maiores teores de carbono da Fração F1+F2 da que na obtida no 4° corte. Estes resultados foram observados tanto nas frações em profundidade 0-10 cm quanto na profundidade de 10-20 cm.

Os resultados obtidos podem ser explicados pelo fato de que os solos em áreas de 2° corte sofreram, a pouco tempo, reforma no canavial. Esta reforma pode contribuir para um incremento dos teores de Carbono, principalmente das frações mais oxidáveis (F1 e F2), uma vez que a prática de reforma ajuda na incorporação de resíduos orgânicos depositados superficialmente por ocasião das colheitas.

Com o passar do tempo (4° corte) a ação de microrganismos decompositores contribui significativamente para o decréscimo do seu teor de carbono ao longo dos anos (GÓES et. al., 2005). Com a quantidade de palhada sendo depositada por ocasião das colheitas e a redução da agregação ocasionada pelo tráfego de máquinas (CORRÊA, 2002) nos tratos culturais e colheita, os teores de carbono das frações F1 e F2 voltaram a ter um incremento significativo no 6° corte.

Na tabela 7 são apresentados os valores para carbono das frações F3 + F4 avaliado nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, nas frações de profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm.

**Tabela 7.** Frações de Carbono F3 + F4 do solo em sistema de cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar.

SISTEMA	F3 + F4 (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
Orgânico	18,30 b	18,58 a
Convencional	19,98 a	16,33 b
CV (%)	7,02	10,90

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

O sistema convencional apresentou maior concentração de carbono F3 + F4 na profundidade de 0-10 cm, já o no sistema orgânico apresentou maior concentração de carbono das frações F3 + F4 na profundidade de 10-20 cm.

As frações F3 e F4 estão relacionadas a compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da matéria orgânica do solo (STEVERSON, 1994).

Assim, sistemas orgânicos contribuem para um incremento de carbono nas camadas mais subsuperficiais.

Na tabela 8 são apresentados os valores para carbono das frações F3 + F4 avaliado no manejo com aplicação de vinhaça e sem aplicação de vinhaça, nas frações de profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm.

**Tabela 8.** Frações de Carbono F3 + F4 do solo em sistema de cultivo de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça

SISTEMA	F3 + F4 (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
Com Vinhaça	20,54 a	17,59 a
Sem Vinhaça	17,75 b	17,32 a
CV (%)	7,02	10,90

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os teores de carbono pertencentes à fração F3 + F4 foram superiores na camada de 0-10 cm, quando o solo foi fertirrigado com vinhaça. O que mostra ser o uso desta prática como promotor de incremento de Carbono tanto das frações mais oxidáveis (F1 e F2) quando daquelas mais recalcitrantes (F3 e F4).

Já para a camada de 10-20 cm o manejo com aplicação de vinhaça não apresentou diferença estatística na fração, o que pode ser explicado pela menor capacidade de carreamento de Carbono orgânico no perfil do solo.

Na tabela 9 são apresentados os valores para carbono das frações F3 + F4 avaliado por idade, representada pelo 2° corte, 4° corte e 6° corte, nas frações de profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm.

**Tabela 9.** Frações de Carbono F3 + F4 do solo nas idades de 2°, 4° e 6° corte no cultivo de cana-de-açúcar.

IDADE	F3 + F4 (g.kg <sup>-1</sup> )	
	0-10 cm	10-20 cm
2° Corte	17,92 b	16,59 b
4° Corte	21,98 a	20,62 a
6° Corte	17,53 b	15,15 b
CV (%)	7,02	10,90

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Observou-se que as frações apresentaram comportamentos diferentes de acordo com o tempo de implantação, ou seja, o número de cortes. No 2° corte e 6° corte obteve resultados semelhantes, demonstrando ter menor concentração de

carbono orgânico F3 + F4 do que no 4º corte que teve maior concentração de carbono orgânico. Esta situação aconteceu tanto para as frações em profundidades 0-10 cm quanto às frações de profundidade de 10-20 cm.

Os resultados alcançados podem ser esclarecidos pelo fato de que os solos em áreas de 2º corte sofreram, a curto tempo, reforma no canavial. Esta reforma pode contribuir para o incremento da matéria orgânica no solo, contendo assim maior concentração das frações mais oxidáveis (F1 e F2) e conseqüentemente menor concentração de fração recalcitrante (F3 e F4). Com o passar do tempo (4º corte) a ação de microrganismos decompositores contribui significativamente para o acréscimo das frações F3 e F4, pois decompõem as frações mais oxidáveis (F1 e F2) e sobra exclusivamente as recalcitrantes, as mais difíceis de ser quebradas, aumentando assim o teor das frações F3 e F4.

Com a quantidade de palhada sendo depositada por ocasião das colheitas e a redução da agregação ocasionada pelo tráfego de máquinas (CORRÊA, 2002) nos tratos culturais e colheita, os teores de carbono das frações F3 e F4 voltaram a ter um decréscimo no 6º corte.

#### **4. CONCLUSÕES**

1. O manejo do cultivo de cana-de-açúcar em sistema orgânico contribui para o incremento dos teores de carbono orgânico total.
2. O uso de Vinhaça é uma prática que incrementa carbono orgânico nos solos sob cultivo de cana-de-açúcar;
3. A aplicação de Vinhaça não apresentou aumento nas frações oxidáveis (F1 e F2).
4. A idade de corte não apresenta relação linear nos teores de carbono total e das frações analisadas;
5. As frações oxidáveis e estáveis da matéria orgânica sofrem diferentes modificações nos teores de acordo com o cultivo (orgânico ou convencional) bem como no uso da vinhaça (com e sem vinhaça).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBRUZZINI, T. F. **Qualidade e quantidade da matéria orgânica do solo em cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar**. Dissertação de mestrado em ciências. Escola de agricultura. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2012.
- ABREU, J. P.; COSTA, A. R.; SILVA, F. F.; PAULA, A. P. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. In: **Anais...** Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Goiás. 2016.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 677-683, 2004.
- BLAIR, G. J.; LEFROY, R. D. B.; LISLE, L. Rações de carbono do solo com base no seu grau de oxidação, bem como o desenvolvimento de um índice de gestão de carbono para os sistemas agrícolas. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 1459-1466, 1995
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhicho e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 27. 2003. P. 935-944
- CHAN, K. Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Frações de carbono orgânico Oxidizável e mudanças de qualidade do solo em um paleustalf ico sob diferentes pastos. **Ciência do Solo**, v. 166, p. 61-67, 2001
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira- cana-de-açúcar**. V.2 safra 2015/2016 n. 3. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_12\\_17\\_09\\_03\\_29\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_3o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_17_09_03_29_boletim_cana_portugues_-_3o_lev_-_15-16.pdf) Acesso em: 11/04/2017 as 22:00 hs.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira- cana-de-açúcar**. V.2 safra 2015/2016 n. 4. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_14\\_09\\_06\\_31\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_4o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_14_09_06_31_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_15-16.pdf) Acesso em: 21/05/2017 as 22:00 hs.
- CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 02, p. 203-209, 2002.
- COSTA JUNIOR, C.; PICCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P.B.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono total e  $\delta^{13}C$  em agregados do solo sob vegetação nativa e pastagem no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1241-1252, 2011.

**FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.**

**Brasil (2015).** Disponível em:

[http://www.fao.org/tc/cplpunccd/paginasnacionais/brasil/en//75/ApostilaCB%20\(final\).pdf](http://www.fao.org/tc/cplpunccd/paginasnacionais/brasil/en//75/ApostilaCB%20(final).pdf). Acesso em: 27/02/2016 as 21:00hs.

FARIA, V. P. O uso da cana de açúcar para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. Ed. 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993 p. 1-16.

FERREIRA, L. F. R. **Biodegradação de vinhaça proveniente do processo industrial de cana - de - açúcar por fungos.** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Tese (Doutorado em Agronomia) 135p. 2009.

FIGUEIREDO, C. C; RESCK, D.V.S.; CARNEIRO, M.A. Carbone Labile and stable fractions of soil organic matter under management systems and native Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 907-916, 2010.

GLORIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação de Vinhaça com Fertilizante. São Paulo: **Coopersucar**, 1983. 38p

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. 2005. **Anais...** Recife: SBSCS, 2005.

GÓES, G. B GREGGIO, T. C.; CENTURION, J. F.; AMAURI, N.B. Efeito do cultivo da cana-de-açúcar na estabilidade de agregados e na condutividade hidráulica do solo. **Irriga**, v. 10, n. 02, p. 116-122, 2005.

JENDIROBA, E. A expansão da cana-de-açúcar e as questões ambientais. In; SEGATO, S. V.; FERNANDES, C.; PINTO, A. de S. **Expansão e renovação de canavial.** Piracicaba, Cap. 2, 415p. 2006.

**MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2014. Cana-de-açúcar.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 19 fevereiro de 2016.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; SENNA, O. T.; MENDONÇA, E. S.; ARAUJO, J. A. Reservatórios de carbono orgânico em um Luvisol sob sistemas de cultivo convencional na região semi-árida do Ceará. **Brasil agroflorestais e Sistemas Agroflorestais**, v. 71, p. 127.138, 2007.

MAULE, F. R.; MAZZA, A. J.; MARTHA, B. G. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita Dissertação de Mestrado USP/ESALQ - Piracicaba, SP. **Revista Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.295-301, abril./junho. 2001.

MAJUMDER, B.; MANDAL, B.; BANDYOPADHYAY, P.K.; GANGOPADHYAY, A.; MANI, P.K.; KUNDU, A.L.; MAZUMDAR, D. Organic amendments influence soil



organic carbon pools and rice–wheat productivity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 72, p.775-785, 2008.

MEDEIROS, S. C. L.; RIBEIRO, S. R.; CONEGLIAN, C. M. R.; BARROS, R. M.; BRITO, N. N.; DRAGONI SOBRINHO, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Impactos da agroindústria canaveira sobre o meio ambiente. In: Fórum de Estudos Contábeis, 3, 2003, Rio Claro, **Anais...** Rio Claro: UNICAMP, 2003. CD Rom.

PAOLIELLO, J. M. M. **Aspectos ambientais e potencial energético no aproveitamento de resíduos da indústria sucroalcooleira**. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) 200p. 2006.

PAPA, R. A. Lacerda, M. P. C.; Campos, P. M.; Goedert, W. J.; Ramos, M. L. G.; Kato, E. Qualidade de Latossolos Vermelhos e Vermelho - Amarelos sob vegetação nativa de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 564-571, 2011.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 429-437, 2008.

ROSSET, J. S.; SCHIAVO, J. A.; ATANÁZIO, R. A. R. Atributos químicos, estoque de carbono orgânico total e das frações humificadas da matéria orgânica do solo em diferentes sistemas de manejo de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35. n.5, setembro/outubro de 2014. P. 2351-2366.

SCALCO, A. R; SERVI, R. G. **Manutenção da certificação orgânica em produtores rurais**. 2013. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/viewFile/2902/2398>. Acesso em: 15/04/2015

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 709-717, 2009.

STEVERSON, F. J. **Química, Humus: gênese, composição, reações**. 2nd ed. John Wiley, 496p., 1994.

SKJEMSTAD, J. O.; TAYLOR, J. A.; JANIK, L. J.; MARVANEK, S. P. Soil organic carbon dynamics under long - term sugarcane monoculture. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v.37, p. 151-164, 1999.

SOARES, J. P. G; CAVALCANTE, A. C. R; JUNIOR, E. V. H. **Agroecologia e sistemas de produção orgânica para pequenos ruminantes**. 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36656/1/AAC-Agroecologia-esistemas.pdf>. Acesso em: 12/04/2015.

SHUKLA, M. K.; LAL, R. & EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. **Soil Till. Res.**, 87:194-204, 2006.

SOUZA, R. F.; FIGUEIREDO, C. C de.; MADEIRA, N. M ; ALCANTARA, F. A. Effect of management systems and cover crops on organic matter dynamics of soil under vegetables. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 38, p. 923-933, 2014.

TORRES, N. H.; SARTORI, S. B.; AMERICO, J. H. P.; FERREIRA, L. F. R.; Indústria sucroalcooleira; Gestão de subprodutos. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT., v10. P225-236, 2012.

**Universidade Federal De Juiz De Fora. Ecologia. 2012.** Disponível em: <http://www.ufjf.br/cursinho/files/2012/05/Apostila-Ecologia-Pronta.194.239.pdf>. Acesso em: 10/03/2013.

VASCONCELOS, R. F. B. DE; CANTALICE, J. R. B.; SILVA, J. A. N. DA; OLIVEIRA, V. S. DE; SILVA, Y. J. A. B. DA. Limites de consistência e propriedades químicas de um Latossolo amarelo distrocoeso sob aplicação de diferentes resíduos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.639-648, 2010.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **R. Bras. Ci. Solo**, 35: 213-223, 2011.

VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A.; COSTA, A. C. S.; INOUE, T. T. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2105-2114, 2011.

XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVIERA, T. S.; MENDONÇA, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba-CE. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.30. p. 247-258, 2006.