

ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO, NOS TABULEIROS COSTEIROS PARAIBANOS

JOSÉ DEOMAR DE SOUZA BARROS*, LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES, IÊDE DE BRITO CHAVES, CARLOS HENRIQUE DE AZEVEDO FARIAS, WALTER ESFRAIM PEREIRA

RESUMO - A substituição de ambientes naturais por cana-de-açúcar leva, a importantes mudanças no estoque de C e de N do solo e, conseqüentemente, na ciclagem global desses elementos. Este trabalho foi realizado no município de Capim, Estado da Paraíba, e teve por objetivo avaliar o C e o N estocados no solo com cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça, em comparação ao solo de mata. O solo estudado foi um Argissolo Acinzentado distrófico típico. As amostragens de solo foram feitas com cinco repetições, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Os tratamentos utilizados foram mata; cana-de-açúcar com vinhaça e cana-de-açúcar sem vinhaça. Os resultados das análises mostraram que os teores e estoques de carbono e nitrogênio do solo diminuíram da condição de mata para as áreas de cultivo de cana-de-açúcar. Em geral, não se observou diferença significativa para os teores e estoques de carbono e de nitrogênio do solo entre os tratamentos de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça. Os sistemas de cana-de-açúcar com e sem vinhaça desempenham papel de emissor de C-CO₂, quando comparados com a mata.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Vinhaça. Sequestro de Carbono.

CARBON AND NITROGEN STOCK IN SOIL MANAGEMENT SYSTEMS IN THE COASTAL TABLELANDS OF PARAIBA STATE, BRAZIL

ABSTRACT - The replacement of the natural systems by sugar cane leads to fundamental alterations in soil carbon and nitrogen stocks and consequently in the global cycle of these elements. This study was conducted in the municipality of Capim, Paraíba State, and the objective was to evaluate carbon and nitrogen stocks in soils of a natural forest in comparison to sugar cane with and without vinasse. The studied soil was a Dystrophic Gray Argisol. The soil samplings were performed in five replicates (five profiles) at the depths of 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. The systems were selected namely, native forest; sugar cane with vinasse and cane sugar without vinasse. The carbon and nitrogen contents and stocks decrease after the change of native forest to plant sugar cane. In general, there is not significant difference in the carbon and nitrogen contents and stocks between the environments of cane sugar. The systems of cane sugar with and without vinasse are functioning as C-CO₂ emitter when compared with the native forest.

Keywords: Sugar cane. Vinasse. Carbon sequestration.

* Autor para correspondência

Recebido para publicação em 04/04/2012; aceito em 18/12/2012.

Parte da Dissertação do Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/ CTRN/UFCG.

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, CTRN/UFCG, Av. Aprígio Veloso 882, 58429-900, Campina Grande-PB; deomarbarros@gmail.com

Departamento de Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Av. Aprígio Veloso 882, 58429-900, Campina Grande-PB; lhgarofalo@hotmail.com

Departamento de Solos e Engenharia Rural, CCA/UFPB, Campus II, 58397-000, Areia-PB; iedebchaves@hotmail.com

Engenheiro Agrônomo, Miriri Alimentos e Bioenergia S/A, Rodovia BR 101, Km 50, 58300-000, Santa Rita- PB; carlos.henrique@miriri.com.br

Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais, CCA/UFPB, Campus II, 58397-000, Areia-PB; walterufpb@yahoo.com

INTRODUÇÃO

As intervenções na natureza causadas pelas atividades humanas causam perturbações ao ciclo do carbono. A substituição da vegetação nativa por plantações representa a remoção de sistemas biológicos complexos, multiestruturados, diversificados e estáveis, por sistemas biológicos simplificados, instáveis e de pouca diversidade biológica. Os sistemas agrícolas monoculturais tradicionais são mais instáveis e, segundo Canellas et al. (2003) e Dias et al. (2007) provocam reduções nos estoques de várias frações orgânicas do solo. Rosa et al. (2003) encontraram um declínio no conteúdo de carbono do solo em torno de 20 a 50%, variando com a profundidade, quando os ecossistemas naturais foram substituídos por sistemas de cultivos. Glados et al. (2009) observaram que a conversão de uma área de reserva natural em área cultivada com cana-de-açúcar, mesmo com diversidades de tratamentos culturais, causou uma redução dos teores de carbono total, carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico particulado, principalmente na camada superficial do solo.

Em regiões tropicais o processo de redução dos estoques de C no solo se dá de forma mais rápida, devido às condições climáticas que favorecem a atividade microbiana, acelerando a decomposição dos resíduos orgânicos depositados no solo. O revolvimento do solo durante as práticas agrícolas acelera a oxidação da matéria orgânica do solo, provocando sua mineralização e, por outro lado, frequentemente, intensificando as perdas por erosão. Por outro lado, sistemas mais conservacionistas reduzem a erosão e tendem a apresentar incremento de matéria orgânica na superfície do solo (PORTUGAL et al., 2008).

A utilização de resíduos da indústria, como a vinhaça, já é rotina em muitas regiões canavieiras do País, com aumentos notórios na produção de cana-de-açúcar (CANELLAS et al., 2003). A vinhaça é utilizada como fertirrigação no sistema produtivo da cana-de-açúcar (SCHULTZ et al., 2010), preservando os teores de carbono no solo e garantindo maiores produções a longo prazo (CANELLAS et al., 2003).

Estimativas de estoque de carbono e de nitrogênio nos solos brasileiros ainda são poucas e não se dispõe de informações sobre a quantidade de carbono e nitrogênio orgânicos nos solos para diferentes condições de uso e manejo dos solos das diferentes regiões do Brasil. Chaves e Farias (2008) em área de cultivo de cana-de-açúcar dos Tabuleiros Costeiros Paraibanos, constataram estoque de carbono de 33,82 Mg ha⁻¹ na camada superficial (0-30 cm de profundidade), enquanto nos demais horizontes (30-63 cm; 63-100 cm) os estoques foram de 26,37 e 21,21 Mg ha⁻¹, respectivamente. Cavalcante et al. (2006) avaliando estoques de carbono para diferentes condições de uso e manejo, observaram que para todas as condições observadas, as quantidades de estoque de carbono foram menores do que o da área nativa tomada como referência. Este fato foi atribuí-

do a maior atividade microbiana proporcionada pelo não revolvimento do solo. Quando o solo é submetido ao cultivo convencional, o revolvimento contribui para acelerar a oxidação do carbono orgânico.

Tendo como referência as áreas de reserva florestal de Mata Atlântica, este trabalho teve como objetivo avaliar os estoques de carbono e nitrogênio em solos cultivados com cana-de-açúcar, e quantificar o efeito de reposição destes elementos com a prática de adubação com vinhaça na região dos Tabuleiros Costeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Capim, no Litoral do Estado da Paraíba, em região do clima do tipo As' segundo classificação de Köppen (quente e úmido) com período chuvoso compreendido entre outono e inverno, com umidade relativa em torno de 80%, temperatura média anual de 28 °C e precipitação média anual de 1.200 mm (SILVA et al., 1984).

Foram selecionados pontos de coleta em áreas de cultivo de cana-de-açúcar da Destilaria Miriri S/A (situada na latitude de 6°56' S, longitude de 35° 07' W e altitude de 70 m). O solo representativo das áreas de estudo é o Argissolo Acinzentado distrófico típico, textura arenosa. Os tratamentos selecionados constaram dos sistemas de manejo: mata nativa, tomada como referência; área de plantio de cana-de-açúcar com aplicação de vinhaça e área de plantio de cana-de-açúcar sem aplicação de vinhaça.

Segundo informações técnicas da Empresa, a área com vinhaça, além da adubação mineral de fundação, vinha recebendo anualmente, por mais de 4 anos, uma aplicação de 60 m³ ha⁻¹ de vinhaça, diluída para uma lâmina de aspersão de 60 mm, mais 30 kg ha⁻¹ de Ureia, em cobertura. Na área com plantio convencional a adubação mineral vinha sendo aplicada nas doses de: N - 60 kg ha⁻¹; P₂O₅ - 120 kg ha⁻¹; K₂O - 80 kg ha⁻¹. Todas as áreas são cultivadas a mais de 10 anos e nos pontos de coletas as plantas eram socas de 2 a 4 anos.

Para cada tratamento sistema de manejo foram abertas cinco trincheiras para as coletas das amostras. Em cada trincheira, aberta transversalmente a linha de plantio, foram coletadas duas amostras indefinidas (de março a abril de 2010) nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, utilizando-se anéis volumétricos de 90,21 cm³. Em seguida, em cada profundidade foram coletadas mais duas amostras simples, deformadas, que depois de secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm, foram caracterizadas quimicamente, de acordo com as metodologias recomendadas pela Embrapa (1997).

O carbono orgânico total (CO) foi determinado por oxidação a quente, com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal, segundo método modificado de Walkley & Black por Tedes-

co et al. (1995). O estoque de CO foi calculado para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, a partir da expressão:

$$\text{EstC} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e)/10$$

em que, EstC é o estoque de C orgânico em determinada profundidade (Mg ha^{-1}); CO é o teor de C orgânico total (g kg^{-1}); Ds é a densidade média do solo em cada profundidade (Mg m^{-3}); “e” é a espessura da camada considerada (cm).

O estoque de N total do solo foi calculado de maneira semelhante ao estoque de carbono, tendo-se utilizado a expressão:

$$\text{EstN} = (\text{Nt} \times \text{Ds} \times e)$$

em que EstN é o estoque de N total do solo em determinada profundidade (Mg ha^{-1}) e Nt é o teor de N total (dag kg^{-1}).

Para verificar a tendência em acumular ou perder carbono orgânico em relação ao sistema de referência, foi calculada a variação do estoque de carbono em relação à mata nativa (ΔEstC , Mg ha^{-1}), pela diferença entre os valores médios do estoque de carbono nesse sistema e em cada um dos demais, nas profundidades estudadas.

O delineamento experimental foi o inteira-

mente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3, com cinco repetições (cinco perfis), sendo quatro profundidades (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) e três sistemas (mata; cana-de-açúcar com vinhaça; cana-de-açúcar sem vinhaça).

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância da densidade do solo (Ds), do carbono orgânico (CO) e do nitrogênio (N) revelaram diferenças significativas entre os sistemas de manejo e entre as profundidades no nível de 1% de probabilidade ($p < 0,1$), como mostram os dados da Tabela 1. Em relação às análises de variância dos atributos químicos orgânicos como estoque de carbono (Est. C) e estoque de nitrogênio (Est. N) revelaram diferenças significativas entre os sistemas de manejo no nível de 1% de probabilidade ($p < 0,5$) e entre as profundidades no nível de 1% de probabilidade ($p < 0,1$). Não houve diferenças significativas entre a interação das fontes de variação, com exceção da densidade a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,1$).

Tabela 1. Resumos das análises de variância dos atributos químicos orgânicos e da densidade do solo.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		Densidade	CO	N	Est C.	Est N.
Locais	2	0,36**	199,04**	0,06**	193,1*	5,95*
Resíduo (a)	12	0,009	21,62	0,006	30,13	0,87
Profundidade	3	0,04**	106,15**	0,03**	48,27**	1,47**
Prof. x Loc.	6	0,10**	9,77	0,003	7,77	0,24
Resíduo (b)	36	0,004	5,14	0,001	8,33	0,24

*, **, Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A substituição da mata nativa pelos cultivos de cana-de-açúcar aumentou significativamente a Ds (Tabela 2) corroborando os dados apresentados por Silva e Cabeda (2005) e Vasconcelos et al. (2010). Estes autores mostraram que os valores de Ds em Argissolo Amarelo coeso latossólico e Latossolo Amarelo distrocoeso, localizados nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas, foram menores na mata em relação às áreas cultivadas com cana-de-

açúcar com e sem vinhaça e, adicionalmente, foram menores nas áreas com vinhaça em relação a sem vinhaça. Tal fato, também observado por Centurion et al. (2007), é justificado devido ao maior teor de matéria orgânica aplicada ao solo através de vinhaça. Da mesma forma, Costa et al. (2009) mostraram que a substituição da Mata Atlântica por pastagem, em Argissolo Amarelo na região sul da Bahia, aumentou significativamente a Ds deste solo.

Tabela 2. Valores médios de densidade em função da profundidade em sistema de manejo.

Profundidade (cm)	Densidade (Mg m^{-3})		
	Mata nativa	Com vinhaça	Sem vinhaça
0-5	1,26 cB	1,60 aA	1,61 aA
5-10	1,39 bcB	1,66 aA	1,67 aA
10-20	1,48 abB	1,66 aA	1,66 aA
20-40	1,53 aA	1,66 aA	1,65 aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade.

No ambiente de mata nativa (M) os valores médios da densidade do solo variaram, de forma significativa, em função da profundidade, de 1,26 a 1,53 para as camadas de 0-5 a 20-40 cm, respectivamente (Tabela 2). Entretanto, nas áreas com cana-de-açúcar com e sem vinhaça, foram encontrados valores significativamente mais altos de densidade do solo em relação a mata nativa (M), contudo, apresentando valores médios não significativos de 1,60 a 1,66 e de 1,61 a 1,65, respectivamente.

O aumento abrupto da densidade nas áreas agrícolas está relacionado tanto a quantidade, quanto a qualidade das formas orgânicas estáveis, que se modificam com as práticas de cultivo (gradagem, semeadura, adubação, tráfego de máquinas) devido ao aumento da aeração do solo, provocando a queima da matéria orgânica. Por outro lado, o solo da área de estudo é bastante arenoso, silicoso, com baixa superfície específica, e alta aeração e drenagem e, portanto, com condições favoráveis a oxidação e lixiviação da matéria orgânica. O fato dos menores valores de Ds na camada superficial do solo é decorrente do maior aporte de matéria orgânica nesta camada quando comparada com as camadas subsuperficiais.

Quanto maior os valores da densidade do solo, maior o grau de compactação do solo provocando assim efeitos negativos na penetração de raízes, na infiltração de água e aeração do solo, na armazenagem e disponibilidade de água para as plantas. No presente trabalho, os valores da Ds das áreas com cultivo de cana-de-açúcar foram superiores à densidade crítica, 1,57 Mg m⁻³, observada por Costa Junior et al. (2011). Contudo, para solos arenoso-

silicosos com pastagens degradadas de Rondônia, comparáveis ao da área de estudo, a densidade crítica encontrada foi de 1,76 Mg m⁻³ e os valores de densidade do solo variaram de 1,55 a 1,60 Mg m⁻³, de 0 a 30 cm de profundidade (NEVES JUNIOR et al., 2013).

Os teores de CO do solo foram superiores sob a mata nativa (Tabela 3) corroborando Wendling et al. (2010). No entanto, todos os teores de CO foram inferiores aos encontrados por Vasconcelos et al. (2010), em uma área sob um fragmento de Mata Atlântica e em áreas cultivadas com cana-de-açúcar sob sistema de manejo irrigado e manejo de fertirrigação com vinhaça, em um Latossolo Amarelo distrocoeso.

Avaliando os teores de CO nas áreas de cana-de-açúcar (Tabela 3) observou-se redução, em relação à mata nativa de 42 e 63% para cana-de-açúcar com e sem vinhaça, respectivamente. As reduções de CO com o uso agrícola do solo observadas neste trabalho são semelhantes aos valores observados por Marchiori Junior e Melo (2000) em área de cana-de-açúcar e estão acima do percentual de 40% estimado por Scholes et al. (1997) para solos tropicais. Segundo Stevenson (1982), a redução do aporte de CO no solo não se deve unicamente a redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também, ao aumento da atividade microbiana, causado por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e alternância mais freqüente de umedecimento e secagem do solo, pelo uso contínuo de implementos, pela sucessão contínua, pelas queimadas, e pelas perdas causadas pela própria erosão.

Tabela 3. Teores de carbono orgânico, nitrogênio, estoque de carbono e de nitrogênio em diferentes sistemas de manejo nos Tabuleiros Costeiros paraibanos.

Atributos	Sistema de manejo		
	Mata nativa	Com vinhaça	Sem vinhaça
CO (g kg ⁻¹)	9,84a	5,75b	3,64b
N (dag kg ⁻¹)	0,17a	0,09b	0,06b
Est.C. (Mg ha ⁻¹)	10,97a	7,24ab	4,80b
Est.N.(Mg ha ⁻¹)	1,89a	1,21ab	0,81b

CO = teor de carbono orgânico; N = teor de nitrogênio; Est. C.= teor de estoque de carbono; Est. N. = teor de estoque de nitrogênio. Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em geral, a substituição de mata nativa pelo cultivo agrícola, quando se retira parcialmente e/ou por completo a cobertura do solo, tem como consequência a redução dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total (ROSA et al., 2003). Todavia, a aplicação da vinhaça pode gerar um benefício adicional no incremento dos valores dos estoques de carbono orgânico e de nitrogênio total, fato que não se observou nos valores encontrados nesta pesquisa (Tabela 3).

Os teores de CO nas amostras de solo estudadas decresceram significativamente com a profundidade (Tabela 4 e Figura 1A), corroborando Vasconcelos et al. (2010) caracterizando amostras de Latossolo Amarelo distrocoeso sob diferentes

sistemas de manejo e profundidades estudados. Este fato justifica-se pelo maior aporte de material orgânico na superfície do solo, proveniente da queda de folhas, galhos e da casca de árvores, na mata nativa, somando-se aos resíduos das colheitas nas áreas cultivadas, formando a manta orgânica e a maior densidade de raízes finas, corroborando Gatto et al. (2010) quando estimaram o estoque de carbono no solo com plantações de eucalipto na região centro-leste do Estado de Minas Gerais.

Os maiores valores de N foram encontrados no solo da mata nativa seguidos pelos sistemas cana-de-açúcar com e sem vinhaça (Tabela 3) diminuindo em relação a profundidade (Tabela 4 e Figura 1B), corroborando Wendling et al. (2010). Estes autores

encontraram em solos da Zona da Mata mineira, os maiores valores médios de nitrogênio para o solo sob mata (de 0,26 e 0,17 g kg⁻¹ nas profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm, respectivamente) em relação

aos solos cultivados com cana-de-açúcar (de 0,16 e 0,15 g kg⁻¹ para as profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm, respectivamente).

Tabela 4. Teores de carbono orgânico, nitrogênio, estoque de carbono e de nitrogênio em função da profundidade.

Atributos	Profundidade (cm)			
	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40
CO (g kg ⁻¹)	9,06a	7,97a	5,50b	3,11c
N(dag kg ⁻¹)	0,16a	0,13ba	0,09b	0,05c
Est. C.(Mg ha ⁻¹)	6,45b	5,91b	8,59ab	9,73a
Est.N.(Mg ha ⁻¹)	1,11bc	0,97c	1,48ab	1,65a

CO = teor de carbono orgânico; N = teor de nitrogênio; Est. C.= teor de estoque de carbono; Est. N. = teor de estoque de nitrogênio. Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade.

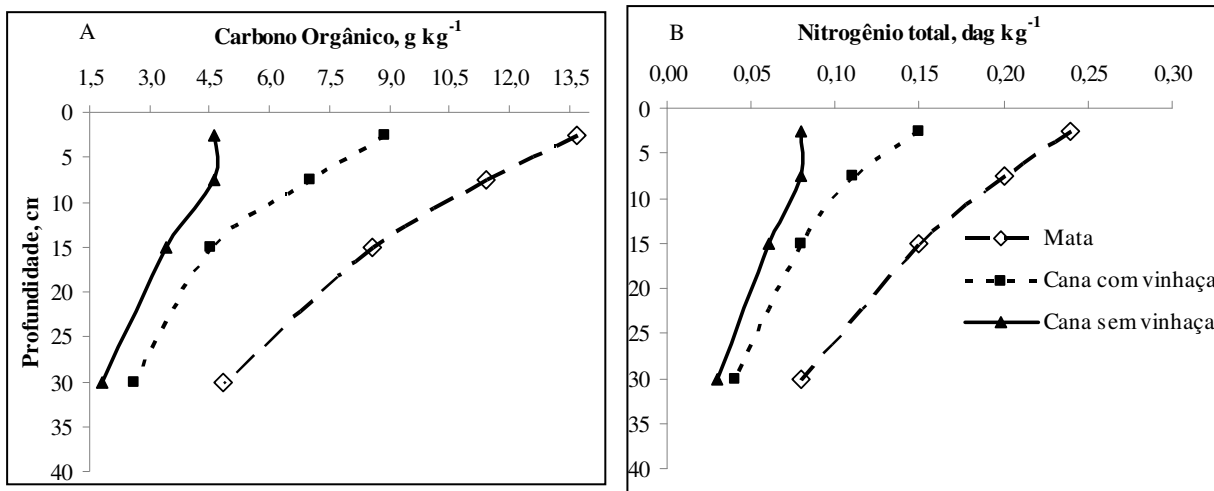


Figura 1. Teor de carbono orgânico (A) e do nitrogênio (B) do solo para cada área (mata nativa (M); cana-de-açúcar com vinhaça (CcV); cana-de-açúcar sem vinhaça (CsV)) nas quatro profundidades.

Os estoques de C orgânico (Est. C) e N (Est. N) também foram alterados pelos efeitos isolados de sistemas de manejo e profundidade (Tabela 1) sendo os maiores resultados apresentados na mata nativa, seguidos pela área com cana-de-açúcar com e sem vinhaça, corroborando Pinheiro et al. (2007), devido à degradação da quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo (SOUZA et al., 2009). Apesar de não ter diferença significativa entre os valores do Est. C e Est. N dos sistemas de manejo com cana-de-açúcar, estes valores foram superiores no sistema cana-de-açúcar com vinhaça quando comparado com o sistema cana-de-açúcar sem vinhaça, corroborando Canellas et al. (2007), indicando a relevância da adoção deste manejo conservacionista capaz de promover a fertilização do solo.

Nas duas primeiras camadas dos perfis, com a mesma espessura (5 cm), os valores do Est. C e do Est. N diminuíram em função da profundidade, conforme a variação dos teores de CO e de N (Tabela 4 e Figuras 2 e 3). Porém, nas próximas duas camadas, de acordo com as espessuras de 10 e 20 cm, respectivamente, os Est. C e do Est. N aumentaram em função da profundidade, corroborando Pulrolnik et al. (2009). Estes autores, também observaram aumento

dos valores do Est. C e do Est. N em solos sob cerrado, sob pastagem e cultivado com eucalipto, em função da profundidade, encontrando as variações de Est. C de 2,95 a 9,82; de 2,78 a 9,79 e de 6,96 a 16,92 t ha⁻¹, e do Est. N de 0,071 a 0,221; de 0,071 a 0,227 e de 0,180 a 0,385 t ha⁻¹, das camadas superficiais até as inferiores, nos respectivos solos acima citados. Da mesma forma, Leite et al. (2003) em Argissolos, com diferentes sistemas de manejo, verificaram que houve uma variação nos Est. N apresentando valores de 1,54 a 2,11 Mg ha⁻¹ nas camadas de 0 - 10 cm e de 1,53 a 2,02 Mg ha⁻¹ nas camadas mais profundas, ou seja, de 10 - 20 cm.

De modo geral, pode-se observar nas Figuras 1, 2 e 3 que o comportamento do teor e do estoque de carbono seguem a mesma tendência do nitrogênio, de acordo com Araujo et al. (2008) que também observaram esta mesma tendência avaliando as reservas de carbono e nitrogênio na encosta do açude Namorados no semiárido paraibano.

A retirada da vegetação nativa para introdução de cana-de-açúcar leva a importantes modificações na dinâmica das substâncias orgânicas (CANELLAS et al., 2007). Neste estudo foi observado que, para os sistemas de manejo sob cana-de-

açúcar com e sem vinhaça foram diminuídos, significativamente, cerca de 34 e 56 % do Est. C, respectivamente, em relação ao Est. C no solo da mata nativa. Dentre os sistemas de manejo com cana-de-açúcar, não tiveram efeito significativo entre os valores do Est. C e do Est. N apesar destes valores, no sistema de manejo com cana-de-açúcar sem vinhaça, terem diminuído cerca de 34 e 33% do Est. C e do Est. N em relação ao sistema de manejo com cana-de-açúcar com vinhaça.

A variação dos valores do estoque de carbono (Δ EstC) em relação à mata nativa permite avaliar se o solo está armazenando ou emitindo C-CO₂ para a atmosfera (NEVES et al., 2004). Assim, foi constatado que a mata nativa desempenhou papel de sequestrador (armazenador) de carbono, visto que apresentou valores de estoque de carbono superiores aos demais sistemas (Figura 4).

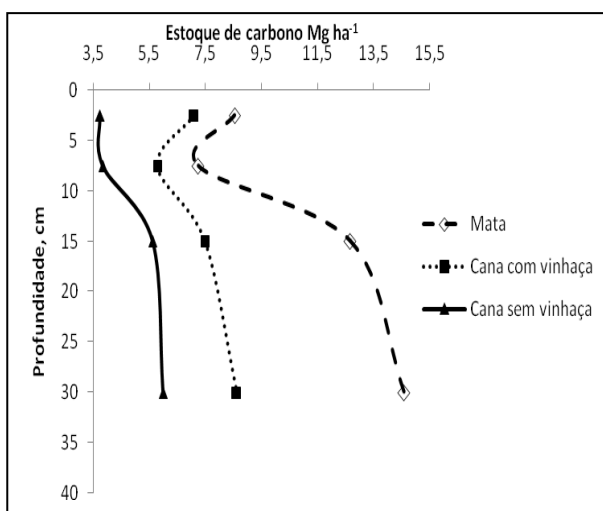


Figura 2. Estoque de carbono no solo para cada área (mata nativa (M); cana-de-açúcar com vinhaça (CcV); cana-de-açúcar sem vinhaça (CsV)) nas quatro profundidades.

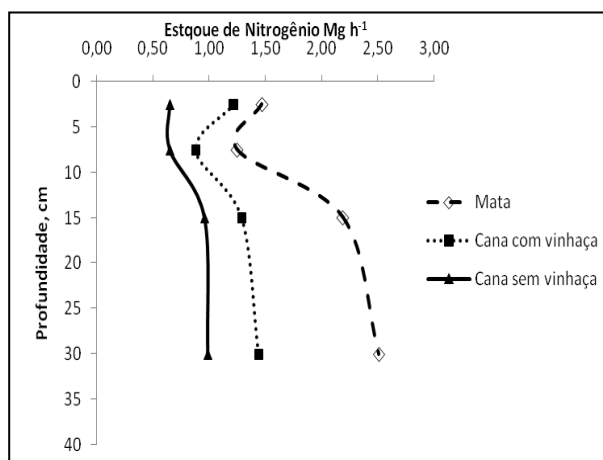


Figura 3. Estoque de nitrogênio do solo para cada área (mata nativa (M); cana-de-açúcar com vinhaça (CcV); cana-de-açúcar sem vinhaça (CsV)) nas quatro profundidades.

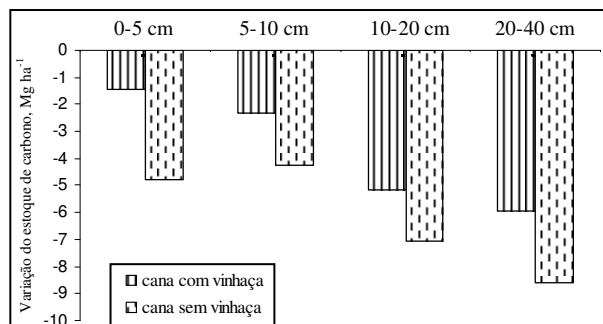


Figura 4. Variação do estoque de carbono nos sistemas de cana-de-açúcar com e sem vinhaça em relação à mata nativa em Argissolo Acinzentado distrófico típico.

Analisando-se as variações do Est. C nos sistemas de cana-de-açúcar com e sem vinhaça em relação à mata nativa (Figura 4), constatou-se que estes sistemas apresentaram valores negativos, desempenhando papel de emissores de C-CO₂, quando comparados com a mata nativa. A variação do Est. C foi menor no sistema de cana-de-açúcar com vinhaça do que no sistema de cana-de-açúcar sem vinhaça e foram observados reduções maiores com a profundidade. Estes resultados demonstraram que a mata nativa possui um potencial de seqüestro de carbono mais elevado do que o sistema de cana-de-açúcar, indicando a relevância da manutenção destas áreas de mata para compensar as emissões advindas dos sistemas de produção de cana-de-açúcar.

CONCLUSÕES

Os teores e estoques de carbono e nitrogênio diminuem após a conversão da área de mata nativa para o plantio de cana-de-açúcar;

Não há diferença significativa para os teores e estoques de carbono e de nitrogênio do solo nas áreas de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça;

Os sistemas de cana-de-açúcar com e sem vinhaça estão desempenhando papel de emissor de C-CO₂, quando comparados com a mata nativa.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, K. D. et al. Reservas de carbono e nitrogênio mineral na encosta do açude Namorados no semi-árido paraibano. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 122-128, 2008.
- CANELLAS, L. P. et al. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 935-944, 2003.

- CANELLAS, L. P. et al. Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 331-340, 2007.
- CAVALCANTE, F. S. et al. Estoque de carbono e nitrogênio do solo sob diferentes manejos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. CDRom.
- CENTURION, J. F. et al. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 199-209, 2007.
- CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. A. Variabilidade espacial do estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba: Solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 1, p. 20-25, 2008.
- COSTA JUNIOR, C. et al. Carbon, nitrogen and biomass activity under different managements system in Rio Verde Goiás State (Brazil). **Agrarian**, v. 4, n. 14, p. 303-312, 2011.
- COSTA, O. V. et al. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1137-1145, 2009.
- DIAS, B. O. et al. Estoque de carbono e quantificação de substâncias húmicas em Latossolo submetido à aplicação contínua de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 701- 711, 2007.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p.255-258.
- GALDOS, M. V. et al. Simulation of soil carbon dynamics under sugarcane with the Century Model. **Soil Science Society of America Journal**, v. 73, n. 3, p. 802-811, 2009.
- GATTO, A. et al. Estoque de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1069-1079, 2010.
- LEITE, L. F. C. et al. Estoques Totais de Carbono Orgânico e seus Compartimentos em Argissolo sob Floresta e sob Milho Cultivado com Adubação Mineral e Orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.
- MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1177-1182, 2000.
- NEVES JUNIOR, A. F. et al. Sistemas de manejo do solo na recuperação de um pastagem degradada em Rondônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n.1, p. 232-241, 2013.
- NEVES, C. M. N. et al. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.
- OLIVEIRA, J. T. de. et al. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. esp., p. 2821-2829, 2008.
- PINHEIRO, E. F. M. et al. **Estoques de carbono e nitrogênio num Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar: influência da queima ou manutenção da palhada**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 21 p. (Embrapa Agrobiologia Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17).
- PORTUGAL, A. F. et al. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 2091-2100, 2008.
- PULROLNIK, K. et al. Estoques de Carbono e Nitrogênio em Frações Lábéis e Estáveis da Matéria Orgânica de Solos Sob Eucalipto, Pastagem e Cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, 2009.
- ROSA, M. E. C. et al. Formas de carbono em Latossolo Vermelho eutroférico sob plantio direto no sistema biogeográfico do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 911-923, 2003.
- SCHOLES, M. A.; POWLSON, D.; TIAN, G. Input control of organic matter dynamics. **Geoderma**, v. 79, n. 1-4, p. 25-47, 1997.

- SCHULTZ, N.; LIMA, E.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 811-820, 2010.
- SILVA, M.A. et. al. **Atlas climatológico do Estado da Paraíba**. Projeto FINEP-UFPB. Campina Grande: FINEP/UFPB, 1984. 130p.
- SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si, e Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 447-457, 2005.
- SOUZA, E. D. de. et al. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração Lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1829-1836, 2009.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry, genesis, composition, reaction**. New York: John Wiley, 1982. 443 p.
- TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Depto de Solos, 1995. 174 p.
- VASCONCELOS, R. F. B. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 309-316, 2010.
- WENDLING, B. et al. Carbono orgânico e nitrogênio total em solo aluvial e de encosta na região da zona da mata mineira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2010. CDRom.
- SILVA, A. S.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.
- SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades e cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 180 p.
- STEFFEN, G. P. K. et al. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 75-82, 2011.
- ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A. L. S. Formação de mudas de maracujazeiro- amarelo com níveis de sombreamento em Ji-Paraná-RO. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 880-884, 2006.
- ZHANG, H.; RONG, H.; PILBEAM, D. Signalling mechanisms underlying the morphological responses of the root system to nitrogen in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Experimental Botany**, London, v.58, p. 2329-2338, 2007.