



Frações de carbono oxidável em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas ⁽¹⁾.

Jéssica Emmanuelle Queiroz Araújo⁽²⁾; Keylla Mykaella da Silva Carvalho⁽³⁾; Stoécio Malta Ferreira Maia⁽⁴⁾; Giordano Bruno Medeiros Gonzaga⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Projeto aprovado Edital n° 01/2011 CNPq/FAPEAL. ⁽²⁾ Estudante de Gestão Ambiental; Instituto Federal de Alagoas; Marechal Deodoro, Alagoas; jessicap_ink@hotmail.com. ⁽³⁾ Estudante do Curso Técnico em Meio Ambiente; Instituto Federal de Alagoas; ⁽⁴⁾ Professor; Instituto Federal de Alagoas – Campus Marechal Deodoro. ⁽⁵⁾ Doutorando em Produção Vegetal; Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Alagoas.

RESUMO: O sistema de colheita manual com queima da cana-de-açúcar além de ser uma importante fonte de emissão de gases do efeito estufa, resulta na queima da biomassa e evita que a matéria orgânica e nutrientes retornem ao solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas por meio do método de carbono oxidável. Foram coletadas amostras de solo em duas Usinas em diferentes municípios de Alagoas. No total, foram amostradas três áreas com colheita manual e queima e quatro com colheita mecanizada entre cinco e doze anos. Em cada uma das áreas foram coletadas amostras de solo em quatro mini trincheiras (repetições), nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40cm. A dinâmica da MOS foi avaliada por meio do método de frações de carbono orgânico oxidável, onde as amostras de solo foram submetidas a diferentes concentrações de H₂SO₄. O sistema de colheita mecanizada da cana-de-açúcar nas condições de Alagoas comparativamente ao sistema com queima, proporcionou a recuperação dos teores de carbono orgânico no solo, e principalmente, a recuperação de frações mais estáveis da MOS, que tinham sido degradadas pelo sistema com queima. Portanto, o sistema de colheita mecanizada confirma seu potencial em acumular carbono do solo, e recuperar a qualidade dos solos.

Termos de indexação: sequestro de carbono, nordeste.

INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com aproximadamente 40% da produção (FAOSTAT, 2015). Deste total, a região Nordeste do Brasil que já foi a principal produtora de cana-de-açúcar possui 1,2 milhões de hectares plantadas (IBGE, 2015) o que representa cerca de 13,7% da área plantada no país. O estado de Alagoas (considerado o maior produtor de cana-de-açúcar do Nordeste) possui uma área de 445,0 mil hectares cultivada de cana-de-açúcar (IBGE, 2015).

Entretanto, apesar de sua importância econômica, social e ambiental, ainda predomina no Brasil o sistema de colheita manual com queima, o qual além de ser uma importante fonte de emissão de gases do efeito estufa, resulta na queima da biomassa e evita que a matéria orgânica (MO) e nutrientes retornem ao solo. Uma alternativa é a colheita mecanizada da cana crua, porém, estima-se que somente 10% da colheita em Alagoas é feita através do sistema mecanizado. Este tipo de sistema evita a queima da biomassa e preserva a matéria orgânica do solo (MOS).

Por ter um papel fundamental na manutenção da qualidade do solo, a MOS tem sido amplamente utilizada (Mielniczuk, 1999, Maia et al., 2007; Xavier et al., 2009) como indicador da qualidade do solo. Uma forma de avaliar a dinâmica da MOS é por meio do estudo de seus compartimentos, e neste sentido, a metodologia de frações de carbono orgânico oxidável, proposta por Chan et al. 2001, permite determinar diferentes frações da MOS (com diferentes graus de labilidade) a partir da utilização de diferentes doses de ácido sulfúrico.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica da MOS em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas por meio do método de carbono oxidável.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Foram coletadas amostras de solo em duas Usinas em diferentes municípios de Alagoas. No município de Rio Largo cinco áreas foram amostradas, foram elas: i) área com colheita manual e queima (CQa), que serviu de referência para duas áreas adjacentes que foram convertidas para o sistema de colheita mecanizada, sendo uma com cinco anos (MEa5) e outra com nove anos (MEa9) de mecanização; ii) área com colheita manual e queima (CQb) referência para uma área com colheita mecanizada com 12 anos (MEb12). No município de São Miguel dos Campos outras duas áreas foram amostradas: uma área com queima (CQc) referência para a área de colheita mecanizada com 08 anos (MEc8).



Em cada uma das áreas foram coletadas amostras de solo em quatro mini trincheiras (repetições), nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40cm.

Análises químicas

A dinâmica da MOS foi avaliada por meio do método de frações de carbono orgânico oxidável. As amostras de terra fina seca ao ar foram submetidas a diferentes concentrações de H_2SO_4 , segundo metodologia adaptada de Chan et al. (2001) por Mendonça & Matos (2005). O carbono foi quantificado pela oxidação da matéria orgânica via úmida, sem aquecimento externo utilizando $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol/L em meio sulfúrico, seguido por titulação com $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (0,5 mol L^{-1}). A determinação foi realizada utilizando as doses de 2,5; 5 e 10 mL de H_2SO_4 concentrado as quais correspondem às concentrações de 3, 6 e 9 mol/L, respectivamente, mantendo-se constante a concentração de $K_2Cr_2O_7$ em 0,167 mol/L (10 mL).

As quantidades de carbono orgânico determinado utilizando as diferentes doses de H_2SO_4 permitiu a separação de quatro frações com diferentes graus de labilidade:

Fração 1 (3 mol/L H_2SO_4): carbono orgânico oxidado dentro de 3 mol/L.

Fração 2 (6 mol/L – 3 mol/L H_2SO_4): diferença do carbono orgânico oxidável extraído entre 6 e 3mol/L H_2SO_4 .

Fração 3 (9 mol/L – 6 mol/L H_2SO_4): diferença do carbono oxidável extraído entre 9 e 6 mol/L H_2SO_4 .

Fração 4 (COT-9 mol/L H_2SO_4): diferença entre o carbono orgânico total e o carbono extraído com H_2SO_4 9 mol/L.

Observa-se que para calcular a fração 4, foi necessário também o teor de carbono orgânico total, o qual foi realizado pelo método de Yeomans & Bremner com aquecimento externo (Mendonça e Matos, 2005)

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Mendonça e Matos (2005), a metodologia das frações de carbono orgânico oxidável permite a separação do C do solo em frações menos ou mais facilmente oxidáveis, possibilitando relacionar as diferentes frações oxidáveis com formas de C menos ou mais lábeis.

No presente estudo observou-se claramente que as áreas com sistema de colheita mecanizada

apresentaram teores de carbono orgânico (CO) na F4 significativamente ($p < 0,05$) maiores do observado nas áreas com colheita manual e queima da biomassa. Sendo que esta resposta aconteceu em todas as três situações de comparação entre colheita com queima e mecanizada, e em todas as profundidades estudadas (Figura 1). Por exemplo, na camada de 0-10 cm enquanto que o sistema CQa apresentou uma F4 de apenas 0,20 dag C dm^{-3} , os sistemas MEa5 e MEa9 apresentaram teores de CO, respectivamente, de 1,24 e 1,40 dag dm^{-3} .

Considerando que todas as áreas colhidas mecanicamente eram colhidas por meio de queima, os resultados indicam que a conversão para colheita mecanizada permitiu a recuperação das frações mais estáveis e recalcitrantes da MOS, e que isto está ocorrendo também em maiores profundidades.

Outro resultado que merece destaque é a quantidade de CO na F1 nos sistemas com queima, as quais foram, em geral, maiores do que o observado nos sistemas mecanizados. A F1 é associada a fração mais lábil da MOS, e era possível supor que esta fração seria reduzida nos sistemas com queima. Porém, de acordo com Lima et al. (2010), no sistema tradicional de colheita a eficiência média da queima é de 79%, ou seja, 21% do palhicho (folhas secas, verdes e pontas) da cana permanece sobre o solo, o que representa em termos absolutos aproximadamente 2,7 toneladas de material vegetal. Assim, estes dados e os resultados obtidos permitem inferir que esta biomassa não oxidada durante a queima tem sido suficiente somente para manter as frações mais lábeis da MOS o que juntamente com outros processos, como por exemplo, preparo do solo tem resultado na degradação gradual das frações menos lábeis. Enquanto que, nos sistemas com colheita mecanizada, onde o aporte do palhicho é total e representa em média 13,0 toneladas de resíduo anualmente (Lima et al., 2010), tem sido possível a síntese das frações mais estáveis da MOS como as substâncias húmicas.

Na figura 2 é apresentada a relação entre a F1 e o somatório das demais frações ($F2 + F3 = F4$) com o teor de COT. Observa-se que à medida que a participação da F1 diminuiu de forma mais pronunciada na última camada (30-40 cm). As exceções foram somente os sistemas MEa5 e MEa9, onde a F1 se manteve constante em todas as profundidades. Considerando os dados médios para a camada de 0-40 cm (dados não mostrados), os resultados mostraram que nas áreas com sistema de colheita mecanizada a F1 representou 15,6% do COT, enquanto que a soma de F2, F3 e F4 representou 84,4%. Nos sistemas com colheita manual e queima, F1 representou 28,1% e $F2+F3+F4$ representaram 71,9% do COT do solo.



Assim, Os resultados indicam que a colheita mecanizada tem proporcionado o crescimento dos compartimentos química e fisicamente protegidos da MOS, enquanto que a colheita com queima tem gerado o inverso, o que gradativamente pode levar a perda de qualidade física, química e biológica do solo.

CONCLUSÕES

O sistema de colheita mecanizada da cana-de-açúcar nas condições de Alagoas comparativamente ao sistema com queima, proporcionou a recuperação dos teores de carbono orgânico no solo, e principalmente, a recuperação de frações mais estáveis da MOS, que tinham sido degradadas pelo sistema com queima. Portanto, o sistema de colheita mecanizada confirma seu potencial em acumular carbono do solo, e recuperar a qualidade dos solos.

A metodologia do C oxidável se mostrou eficiente para avaliar a dinâmica da MOS em sistemas de colheita de cana-de-açúcar, permitindo identificar diferenças significativas entre os sistemas agrícolas avaliados e uma avaliação mais detalhada da MOS.

REFERÊNCIAS

BLAIR, G.J. LEFROY, R.D.B., LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Aust. J. Agric. Res.*, 46: 1459-1466, 1995.

CHAN, K.Y., BOWMAN, A., OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture leys. *Soil Sci.*, 166: 61-67, 2001.

FAOSTAT. (2015). FAO Statistical databases. Disponível:<<http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>>. Acesso fevereiro de 2015.

IBGE - Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=11>. Acessado em abril de 2015.

LEITE, L.F.C., MENDONÇA, E.S., NEVES, J.C.L., MACHADO, P.L.O.A., GALVÃO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *R.Bras. Ci. Solo.*, 27: 821-832. 2002.

LIMA, M.A., LIGO, PESSOA, M.A. V.; M.C.P.Y., NEVES, V., CARVALHO, E.C. Emissões de gases de efeito estufa na queima de resíduos agrícolas. Segundo inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa - Relatórios de Referência, 2010. 65p.

MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry System, New York*, v. 71, p. 127-138, 2007.

MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. *Matéria orgânica do solo: métodos de análises*. 1 ed. Viçosa: UFV, 2005. 107p.

MIELNICZUK, J. *Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas*. In: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O (Eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, 1999, p. 1-8.

XAVIER, F.A.S.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S. Soil Organic Carbon and Nitrogen Stocks under Tropical Organic and Conventional Cropping Systems in Northeastern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40: 2975–2994, 2009.

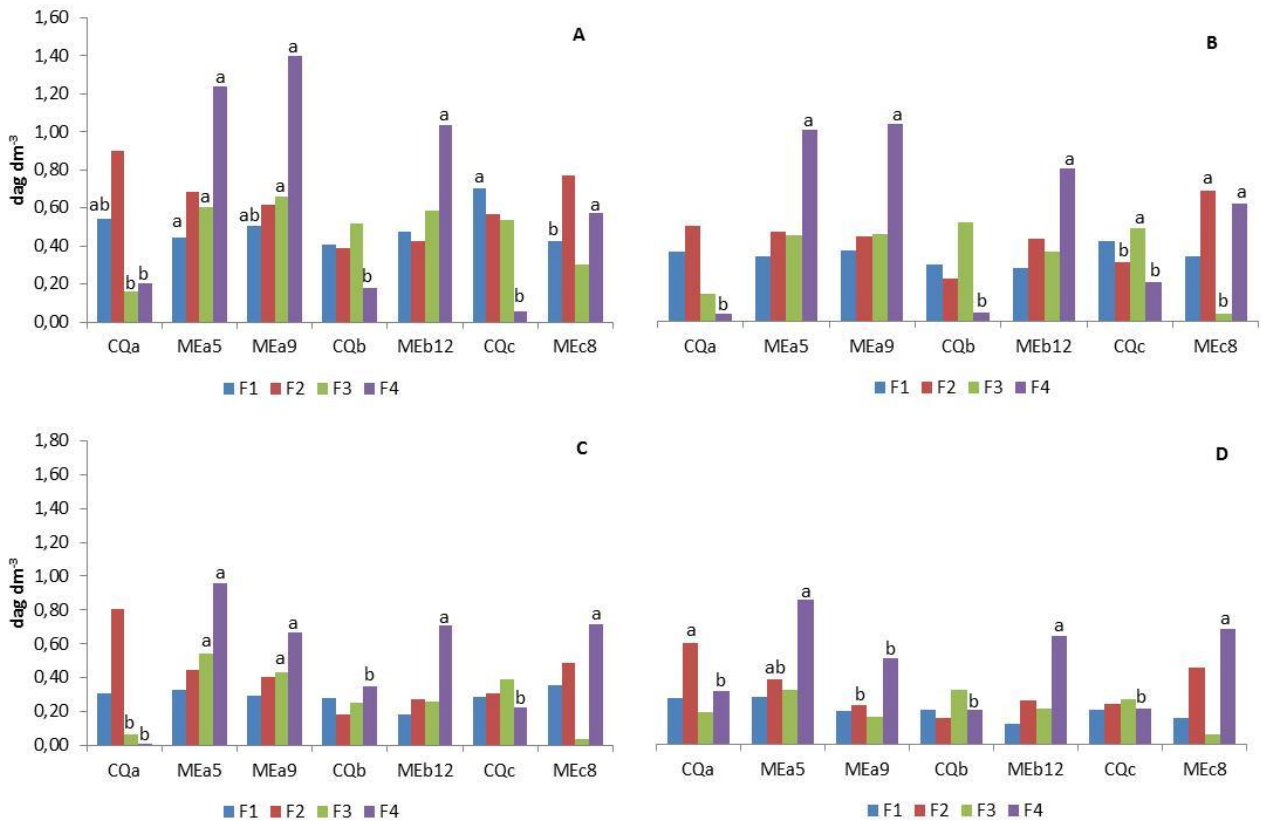


Figura 1 – Médias dos teores das frações de carbono orgânico extraídas (F1, F2, F3 e F4) em um gradiente crescente de oxidação com ácido sulfúrico, nas áreas com diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas, nas camadas de 0-10 (A), 10-20 (B), 20-30 (C) e 30-40 (D) cm. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os testes estatísticos foram realizadas para os sistemas de uma mesma condição (descriminados por letras minúsculas nas siglas).

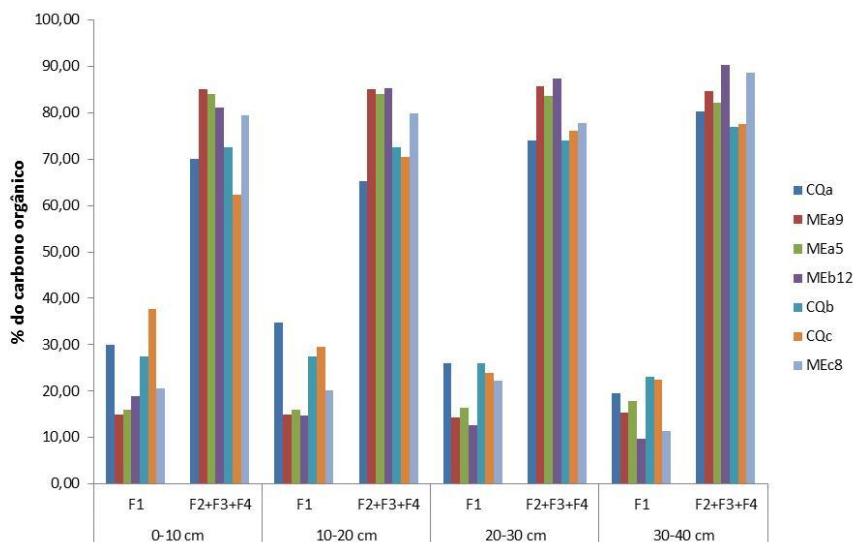


Figura 2 – Relações da F1 e do somatório das frações F2+F3+ F4 com o teor do COT, nas áreas com diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar em Alagoas, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm.