



Frações oxidáveis da matéria orgânica e interação com N-fertilizante em sistema cana crua em solos de tabuleiro⁽¹⁾

Ana Paula Pessim de Oliveira⁽²⁾; Shirlei Almeida Assunção⁽³⁾; Lúcia Helena Cunha dos Anjos⁽⁴⁾; Marcos Gervasio Pereira⁽⁴⁾; Eduardo Lima⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho financiado pelo Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo (CPGA-CS) e da FAPUR-UFRRJ. ⁽²⁾ Bolsista PNP/PPGCTIA – CAPES; UFRRJ, Seropédica; Rio de Janeiro; ppessim@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Mestranda do CPGA-CS – Bolsista FAPERJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Seropédica; Rio de Janeiro; shirleiagro@gmail.com; ⁽⁴⁾ Professor, Departamento de Solos/IA/UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro; lanjdos@ufrrj.br; mgervasiopereira01@gmail.com; ardolima@terra.com.br

RESUMO: O manejo de colheita cana crua já está estabelecido nas principais regiões produtoras do Brasil. Todavia sua adoção ainda é recente e o impacto da manutenção da palhada e o uso de fertilizantes sobre a qualidade e a dinâmica do C e N do solo não está totalmente elucidado. Para avaliar a influência de doses de N-Sulfato de Amônio no carbono orgânico total (COT), no N total (NT) e nas frações oxidáveis da matéria orgânica do solo (MOS), foi realizado estudo em Argissolo Amarelo de Tabuleiros Costeiros, em Linhares (ES). Os tratamentos foram: controle, 80, 100, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N aplicado sobre a palhada. Foram amostradas as camadas de 0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2 m. O COT foi determinado segundo Yeomans & Bremner (1988) e o carbono das frações oxidáveis foi obtido por graus de oxidação (CHAN et al., 2001; RANGEL et al., 2008). O COT foi significativamente influenciado pelas doses de N nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,1 m. Observou-se efeito positivo da aplicação de N aumentando os teores de COT até 120 kg N. O N total não foi influenciado pelas doses de N nas camadas estudadas. As frações oxidáveis do solo apresentaram diferença significativa nas duas camadas avaliadas, onde as doses de 100 e 120 kg de N foram as que mais favoreceram o acúmulo de carbono nestas frações. As frações oxidáveis da MOS foram eficientes para identificar mudanças ocasionadas no solo pela adição de doses de N sobre a palhada.

Termos de indexação: cana-de-açúcar, nitrogênio, palhada.

INTRODUÇÃO

O sistema de manejo de colheita cana crua está estabelecido nas principais regiões produtoras do Brasil. Todavia a sua adoção é recente e o impacto da manutenção da palhada e uso de fertilizantes sobre a qualidade e a dinâmica do C e N do solo não está totalmente elucidado. A aplicação de N-fertilizante sobre o resíduo da colheita pode afetar os compartimentos do C orgânico lábil, a dinâmica do C e os requerimentos de N-fertilizante.

A palhada da cana-de-açúcar possui elevada relação C:N, o que pode levar a maior imobilização microbiana do material orgânico depositado sobre o solo (Megda et al., 2012). Muitos estudos vêm

mostrando que o fracionamento químico e físico da MOS é mais eficiente para qualificar efeitos sobre o carbono do solo que a análise do carbono orgânico total. Um dos componentes é o carbono oxidável, obtido por meio do uso de diferentes concentrações de solução de ácido sulfúrico, segundo proposto por Chan et al. (2001), modificado do método clássico de determinação do C de Walkley e Black (1934). No método (Chan et al., 2001) são individualizadas quatro frações, com graus decrescentes de oxidação, denominadas de frações F1, F2, F3 e F4, que correspondem às concentrações de 3, 6, 9 e 12 mol L⁻¹ de ácido sulfúrico, respectivamente. As frações F1 e F2 têm relação com a disponibilidade de nutrientes e a formação de macroagregados (Blair et al., 1995; Chan et al., 2001). Já as frações F3 e F4 estão relacionadas aos compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da MOS (Stevenson, 1994; Rangel et al., 2008). A fração F1 apresenta maior labilidade no solo (Loss et al., 2014) e a fração F4 é a mais resistente (Chan et al., 2001).

O objetivo deste estudo foi avaliar mudanças no C orgânico total (COT) e do N total do solo e frações oxidáveis da matéria orgânica (MO), em função da adubação nitrogenada em cana crua e deposição da palhada sobre o solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Argissolo Amarelo, em área da destilaria LASA, localizada no município de Linhares, ES (19°18' S e 40°19' W). Na região ocorrem extensas áreas de relevo suave ondulado, com baixos platôs, que compõem o chamado "relevo tabuliforme" e caracterizam a feição de Tabuleiros Costeiros. A área do estudo, com total de 2240 m², esteve sob plantio comercial de cana desde 2007, sem queima da palhada antes da colheita. O experimento foi instalado em canavial renovado em 2009 com a variedade RB918639 e conduzido de 11/2010 a 09/2014, durante os ciclos da 1^a, 2^a, 3^a e 4^a socas.

Os tratamentos foram quatro doses de N-Sulfato de amônio: 80, 100, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N e o

controle (sem N), com quatro repetições, estabelecidos segundo delineamento experimental de blocos ao acaso. Cada unidade experimental (parcela) tinha 70 m² (5 linhas com 10 m, espaçadas de 1,4 m). As doses foram distribuídas após o corte mecânico da cana crua em cada parcela, sendo feito manualmente sobre a palha residual da colheita e a 0,2 m da linha de cana-de-açúcar, juntamente com a dose de K (100 kg ha⁻¹ de K₂O), na forma de KCl e 40 kg ha⁻¹ de micronutrientes (FTE BR12). Foram abertas duas trincheiras por parcela, transversais às linhas de plantio, para a coleta das amostras, em setembro de 2014. Foram amostradas as camadas de 0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,2 m, sendo coletadas duas amostras em cada profundidade, formando uma composta, com quatro repetições por tratamento. As amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos, transportadas para o laboratório, secas ao ar e peneiradas a 2 mm de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

O carbono orgânico total foi determinado segundo Yeomans & Bremner (1988) e o N total foi determinado pelo método de Kjeldahl (EMBRAPA, 1997). O carbono das frações oxidáveis foi obtido pela técnica de graus de oxidação (Chan et al., 2001; Rangel et al., 2008).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à verificação de homogeneidade das variâncias dos erros (Bartlett) e normalidade dos mesmos (Lilliefors). Em seguida, foi feita a análise de variância com aplicação do teste F e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O COT foi significativamente influenciado pelas doses de N nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,1 m (**Tabela 1**). Observou-se efeito positivo da aplicação de N, aumentando os teores de COT até a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Não houve efeito significativo das doses de N sobre os teores de N total do solo nas duas camadas avaliadas (**Tabela 1**).

As frações oxidáveis da MOS foram sensíveis às doses de N, ocorrendo diferença significativas para todas as profundidades avaliadas, exceto a fração F2 na camada 0-0,05 m (**Tabela 2**). A fração F4 foi a que apresentou os maiores de teores de carbono quando comparada as demais frações nas duas camadas. Resultado semelhante foi relatado em trabalho desenvolvido em área de cerrado por Guareschi et al. (2013). Os autores avaliaram frações de C oxidáveis em três áreas de plantio

direto (3, 15 e 20 anos), pastagem plantada e cerrado nativo, observando que o aumento na fração mais recalcitrante (F4) estava relacionado a manutenção da palhada sobre o solo, conduzindo a menor variação na umidade do solo e temperatura.

Entre os tratamentos avaliados, as doses de 100 e 120 kg de N apresentaram os maiores teores de carbono da fração F1, nas duas camadas. Pode-se então inferir que essas são as doses onde ocorre menor desequilíbrio entre decomposição e imobilização da MOS, ocorrendo desta forma maior acúmulo de carbono. A fração F2, na camada 0,05-0,1 m, mostrou valores semelhantes aos discutidos acima para F1, somente na dose de 120 kg de N. Segundo Manjinder et al. (2008), as frações mais lábeis (F1 e F2) foram consideradas como bons indicadores de sustentabilidade do sistema pela sua alta correlação com a produtividade das culturas de milho e arroz. A fração F3, nas duas camadas avaliadas nesse estudo, também apresentou os maiores teores de carbono quando foram aplicadas as doses de 100 e 120 kg de N.

De maneira geral os tratamentos controle e 160 kg N ha⁻¹ proporcionaram menor incremento de carbono das frações mais estáveis (F3 e F4); possivelmente por maior desequilíbrio entre os processos de decomposição e imobilização. O tratamento controle tende a maior imobilização da MOS em razão da alta relação C:N da cana-de-açúcar, ocorrendo assim baixa atividade microbiana. Por outro lado, na dose de 160 kg N ha⁻¹ se dá o contrário, o excesso de N conduz a maior atividade microbiana, com intensa decomposição do material orgânico, desfavorecendo o acúmulo de carbono.

A **tabela 2** apresenta a relação F1/F4. Os índices obtidos com essa relação mais próximos a 1 (um) indicam melhor distribuição dos teores de carbono entre a fração mais lábil (F1) e a mais recalcitrante (F4) no solo. Nas duas camadas avaliadas os valores estão distantes de 1. Porém, houve diferença significativa entre os tratamentos apenas na camada de 0-0,05 m, onde os valores que mais se aproximaram de 1 referem-se as doses de 100 e 120 kg de N. Estes resultados indicam desequilíbrio entre a distribuição de carbono das frações F1 e F4 e podem ser explicados pelo aumento da imobilização microbiana. Dessa forma tem-se menor proporção do carbono da fração F4 no solo. A aplicação de dose ideal de N sobre a palhada da cana-de-açúcar, de alta relação C:N, pode reduzir o desequilíbrio entre decomposição e imobilização e contribuir para o aumento do carbono da fração F4 no solo.



CONCLUSÕES

As frações oxidáveis da MOS foram sensíveis as doses de N-Sulfato de Amônio. As doses de 100 e 120 kg de N, foram as mais eficientes para acumular carbono nas frações F1 e F2 e para reduzir as perdas de carbono da fração F4.

Por meio da relação F1/F4 pode-se inferir que as doses de 100 e 120 kg de N favorecem o equilíbrio das frações F1 e F4.

As frações oxidáveis da MOS foram eficientes para identificar mudanças ocasionadas no solo pela adição de doses de N sobre a palhada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do solo - CPGA-CS, à FAPUR-UFRRJ, pelo apoio e suporte financeiro

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. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46: 1459-1466, 1995.
- CHAN, K. Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in oxic paleustalf under different pasture ley. *Soil Science*, 166: 61-67, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. v.1. 210p.
- GUARESCHI, R.F.; PEREIRA, M.G.; PERIN, A. Oxidizable carbon fractions in Red Latosol under different management systems. *Revista Ciência Agronômica*, 44: 242-250, 2013.
- 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*, 72: 775-785, 2008.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; COSTA, E.M.; BEUTLER, S.J. Frações granulométricas e oxidáveis de matéria orgânica sob diferentes sistemas de uso do solo, no Paraná, Brasil. *Bioscience Journal*, 30: 43-54, 2014.
- MEGDA, M. X. V.; TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; OTTO, R.; VITTI, A. C. Eficiência agronômica de adubos nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 1681-1690, 2012.
- 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*, 32: 429-437, 2008.
- STEVENSON, F. J. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. New York: John Wiley and Sons, 1994. 345p.
- WALKLEY, A.; BLACK, A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38, 1934.
- YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 19: 1467-1476, 1988.

Tabela 1. Carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo em sistema de cana crua com retenção de palha sobre o solo sob doses de N-Sulfato de Amônio, no ano de 2014 em Linhares, ES.

| Doses N | COT | | | NT | | |
|---------|--------------|---------|----------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | 0-5 cm | 5-10 cm | 10-20 cm | 0-5 cm | 5-10 cm | 10-20 cm |
| | $g\ kg^{-1}$ | | | | | |
| 0 | 11,50 BC | 9,21 AB | 8,36 AB | 0,056 A | 0,039 A | 0,046 A |
| 80 | 13,86 AB | 9,68 AB | 8,64 AB | 0,057 A | 0,042 A | 0,045 A |
| 100 | 13,57 ABC | 9,02 AB | 9,72 AB | 0,043 A | 0,057 A | 0,042 A |
| 120 | 16,54 A | 11,92 A | 10,34 A | 0,050 A | 0,050 A | 0,039 A |
| 160 | 10,30 C | 9,02 AB | 7,54 AB | 0,069 A | 0,047 A | 0,038 A |
| F | 18,13 * | 8,45 * | 8,045 * | 2,31 ^{ns} | 0,740 ^{ns} | 2,22 ^{ns} |
| CV (%) | 8,61 | 8,75 | 10,75 | 23,91 | 36,27 | 23,75 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% de significância. ; CV(%): Coeficiente de variação; * Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns: Não significativo.

Tabela 2. Carbono das Frações Oxidáveis da MOS do solo em sistema de cana crua com retenção de palha sobre o solo sob doses de N-Sulfato de Amônio, no ano de 2014 em Linhares, ES

| Doses de N | F1 | F2 | F3 | F4 | F1/F4 |
|------------|----------|---------------------|----------|----------|---------------------|
| | 0-0,05 m | | | | |
| 0 | 1,12 C | 1,19 A | 1,67 BC | 3,72 AB | 0,30 B |
| 80 | 1,14 C | 0,66 A | 1,66 AB | 4,30 AB | 0,28 B |
| 100 | 2,78 B | 1,19 A | 2,57 A | 4,54 A | 0,61 A |
| 120 | 3,13 A | 0,67 A | 2,18 AB | 4,73 A | 0,67 A |
| 160 | 1,39 C | 0,81 A | 1,03 C | 3,05 B | 0,46 A |
| F | 30,45 * | 2,710 ^{ns} | 19,071 * | 10,121 * | 16,732 * |
| CV | 5,82 | 35,70 | 14,57 | 10,56 | 19,68 |
| 0,05-0,1 m | | | | | |
| 0 | 1,93 BC | 0,61 AB | 1,41 C | 3,68 AB | 0,51 A |
| 80 | 1,46 C | 0,38 B | 2,13 B | 3,72 AB | 0,39 A |
| 100 | 2,02 A | 0,91 A | 2,62 A | 4,22 A | 0,48 A |
| 120 | 1,96 AB | 0,62 AB | 2,72 A | 4,57 A | 0,43 A |
| 160 | 1,66 BC | 0,66 AB | 2,07 B | 3,98 AB | 0,42 A |
| F | 12,295 * | 9,039 * | 12,302 * | 11,565 * | 1,677 ^{ns} |
| CV(%) | 6,70 | 20,76 | 6,94 | 18,23 | 21,39 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre as diferentes doses de N pelo teste de Tukey a 1% de significância; F1: Fração1; F2: Fração 2; F3: Fração 3; F4: Fração 4; F1/F4: Relação entre F1 e F4; CV(%): coeficiente de variação; NS: Não Significativo e * Significativo a 1% de probabilidade.