

DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA EM UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTRÓFICO, FASE CERRADO, SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO ^{1/}

Élcio José do Nascimento ^{2/}

Waldemar Moura Filho ^{3/}

Liovando Marciano da Costa ^{3/}

José Carlos Cruz ^{4/}

Adair José Regazzi ^{5/}

1. INTRODUÇÃO

A topografia favorável à mecanização, a posição geográfica e a crescente demanda de alimento e energia, aliadas à degradação contínua de áreas tradicionalmente agrícolas, forçaram o avanço da agricultura para regiões até então não exploradas. Assim, deu-se, a partir do início da década de 70, a incorporação dos cerrados como nova fronteira agrícola.

Em face da acentuada pobreza em nutrientes, acidez elevada e boas condições físicas antes de iniciar o cultivo e do relevo plano a suave ondulado, os solos sob cerrado têm sido explorados mediante o uso intensivo de máquinas e insumos agrícolas, o que tem provocado alterações na fração orgânica e em algumas propriedades destes solos.

^{1/} Parte do trabalho de tese de mestrado apresentado, pelo primeiro autor, ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Aceito para publicação em 05.04.1991.

^{2/} Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UESB. 45100 Vitória da Conquista, BA.

^{3/} Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} EMBRAPA/CNPMS. 36700 Sete Lagoas, MG.

^{5/} Departamento de Matemática da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

TAN *et alii* (12) verificaram aumento na síntese de ácidos húmicos, acompanhado de redução no teor de ácidos fúlvicos, como consequência da adubação com NPK. Cultivos intensivos causam a perda de carbono, principalmente por meio da oxidação da matéria orgânica, o que pode resultar no aumento de grupos carboxílicos nos compostos orgânicos (Flaig *et alii*, citados em 10).

A natureza dos resíduos tem influência notável na qualidade da matéria orgânica. Sabe-se que os mais ricos em nitrogênio são rapidamente decompostos (5), e a decomposição mais rápida ou mais lenta do resíduo influencia não apenas o conteúdo, mas também pode favorecer a síntese de determinada fração do húmus em detrimento de outras.

Alterações quantitativas e qualitativas na matéria orgânica têm sérias implicações, posto que ela é de vital importância em diversos processos interativos envolvendo microrganismos, solo e planta.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as transformações ocorridas na matéria orgânica oriundas do efeito simultâneo de cinco sistemas de preparo do solo e rotação de cultura envolvendo milho e soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado um ensaio de manejo de solo instalado num Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, fase cerrado, textura argilosa, localizado no CNPMS, em Sete Lagoas, MG. Depois da derrubada do cerrado, o solo foi explorado com pastagem por seis anos. Após a erradicação da pastagem, fez-se a correção da acidez, adubação do solo e procedeu-se à instalação do ensaio que se encontrava no quarto ano de plantio, quando da amostragem do solo.

Os tratamentos constaram de dois plantios contínuos e duas rotações de culturas envolvendo milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* (L.) Merrill), a saber: milho contínuo, soja contínua, milho após soja e soja após milho, combinados com cinco sistemas de preparo do solo: arado de disco, arado de aiveca, grade pesada, arado escarificador e plantio direto.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema de parcelas subdivididas, com as rotações de culturas nas parcelas e os sistemas de preparo de solo nas subparcelas.

O teor de carbono orgânico total foi determinado por via úmida, pelo método de Walkley-Black, descrito por DEFELIPO e RIBEIRO (2). As substâncias húmicas foram extraídas e separadas de acordo com a metodologia proposta por KONONOVA (8). Os teores de carbono orgânico no extrato (AH + AF) e nos ácidos húmicos (AH) foram determinados do mesmo modo que o teor de carbono orgânico total. Os teores de carbono orgânico dos ácidos fúlvicos (AF) e da Humina (HM) foram obtidos conforme os cálculos abaixo:

$$CO (AF) = CO (Ext.) - CO (AH); e$$

$$CO (HM) = CO (t) - CO (Ext.).$$

$$CO = \text{Carbono Orgânico, Ext.} = \text{extrato e t} = \text{total.}$$

Os resultados obtidos para os três componentes húmicos são expressos em percentagem do carbono orgânico total na amostra de solo correspondente.

Os dados foram avaliados estatisticamente por meio de análise de variância, e as médias das propriedades estudadas foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Carbono Orgânico Total*

Nenhum efeito significativo ($p \leq 0,05$) das rotações de culturas e dos sistemas de preparo do solo foi constatado sobre o teor de carbono orgânico total. Aparentemente, os quatro anos de plantio do experimento, quando da amostragem, foram insuficientes para permitir que os tratamentos avaliados promovessem alguma alteração significativa no que se refere ao teor de carbono orgânico total.

3.2. *Ácidos Húmicos*

Observou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) dos sistemas de preparo do solo sobre o teor de carbono orgânico dos ácidos húmicos apenas na profundidade de 10 a 15 cm. Entretanto, nenhuma diferença entre as médias dos sistemas de preparo do solo foi constatada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estudando-se a interação entre rotações de culturas e sistemas de preparo do solo na profundidade de 15 a 20 cm (Quadro 1), constatou-se diferença significativa entre os sistemas de preparo do solo, sendo que dentro da rotação milho após soja o arado escarificador mostrou-se superior ao arado de disco e à grade pesada na rotação milho após soja (Quadro 1).

Estes resultados devem-se, provavelmente, a um menor efeito na oxidação da matéria orgânica quando o solo foi preparado com arado de disco, grade pesada e também com plantio direto (Brown e Dickey, citados em 9). A adição anual dos resíduos orgânicos frescos, pouco humificados, e as condições mais ou menos estáveis, principalmente sob plantio direto, devem também ter contribuído para uma síntese maior de ácidos húmicos (7) nas parcelas tratadas com plantio direto e com arado escarificador do que naquelas parcelas tratadas com os demais sistemas de preparo do solo.

Por outro lado, as menores médias dos ácidos húmicos obtidas com arado escarificador e grade pesada devem estar associadas à mineralização mais intensa da matéria orgânica, favorecendo, assim, a síntese de substâncias húmicas de baixo peso molecular em detrimento dos ácidos húmicos (3, 4).

As rotações de culturas, por sua vez, quando combinadas com arado escarificador, também acusaram algumas diferenças entre si, sendo que a rotação milho após soja mostrou-se superior à rotação soja após milho e aos plantios contínuos de milho e soja.

Desses resultados depreende-se que os cultivos alternando milho e soja, combinados com arado escarificador, fizeram acentuar as diferenças entre as rotações de culturas e parecem confirmar a hipótese da ocorrência de um efeito interativo entre estas e os sistemas de preparo do solo.

3.3. *Ácidos Fúlvicos*

Verificou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) dos sistemas de preparo do solo sobre os teores de carbono orgânico dos ácidos fúlvicos à profundidade de 15 a 20 cm e, também, que existem diferenças entre as médias dos sistemas de preparo do solo pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Quadro 2).

Estes resultados devem-se à grade pesada que, promovendo uma trituração mais intensa da matéria orgânica, estaria favorecendo a síntese de substâncias húmicas de baixo peso molecular na superfície do solo que poderiam migrar para camadas mais

QUADRO 1 - Teores médios de carbono orgânico dos ácidos húmicos obtidos da interação de dois plantios contínuos e duas rotações de cultura com cinco sistemas de preparo de solo, à profundidade de 15 a 20 cm

Sistemas de preparo do solo	Milho contínuo	Soja contínuo	Milho após soja	Soja após soja
Arado de disco	14,89 A a	12,27 A a	9,27 A ab	11,47 A a
Arado de aiveca	15,68 A a	8,88 A a	11,83 A a	11,02 A a
Grade pesada	9,50 A a	9,04 A a	6,44 A b	8,06 A a
Arado escarificador	13,04 AB a	14,86 AB a	16,60 A ab	9,77 B a
Plantio direto	10,71 A a	10,02 A a	12,82 A b	13,97 A a

- As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 2 - Teores médios de carbono orgânico dos ácidos fúlvicos e da humina obtidos com cinco sistemas de preparo do solo à profundidade de 15 a 20 cm

Sistemas de preparo do solo	Médias			
	Ácidos fúlvicos		Huminas	
Arado de disco	20,51	B	67,47	A
Arado de aiveca	23,53	AB	64,61	AB
Grade pesada	25,43	A	66,29	AB
Arado escarificador	23,62	AB	62,73	B
Plantio direto	19,96	B	68,66	A

- As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

profundas, contribuindo, assim, para o aumento dos teores de ácidos fúlvicos naquela posição do perfil (14). A menor média dos ácidos fúlvicos obtida com plantio direto, também na profundidade de 15 a 20 cm, deve-se à pequena movimentação do solo, com a matéria orgânica concentrando-se na superfície e reduzindo-se nas camadas mais profundas. Em todas as profundidades estudadas, particularmente de 15 a 20 cm, as condições pedoambientais mais estáveis podem estar favorecendo a síntese de substâncias húmicas de cadeias maiores em detrimento daquelas de cadeias menores.

3.4. *Huminas*

A análise de variância dos dados mostrou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos sistemas de preparo do solo, pelo teste F, sobre o teor de carbono orgânico da humina à profundidade de 15 a 20 cm. Encontram-se no Quadro 2 as médias dos sistemas de preparo do solo, comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), sendo que o plantio direto e o com arado de disco não diferiram entre si, mas foram superiores ao com arado escarificador. Estes resultados devem-se, provavelmente, ao mínimo revolvimento do solo e às condições pedoambientais mais estáveis sob plantio direto, dando oportunidade às substâncias húmicas de estabelecerem ligações químicas mais fortes com a fração mineral do solo (6), tornando-as mais resistentes e pouco alteráveis por práticas de manejo. A densidade aparente aumentou de $1,07 \text{ g/cm}^3$ (0-5 cm) para $1,16 \text{ g/cm}^3$ (15-20cm) no plantio direto. Isso resulta na redução de saída de ácidos fúlvicos do sistema, permitindo a sua polimerização para formas mais estáveis como ácidos húmicos e huminas (Figura 1).

3.5. *Comportamento das Substâncias Húmicas em Relação à Profundidade do Solo*

Em todos os tratamentos, o teor de carbono orgânico total mostrou mais ou menos a mesma tendência, acumulando-se na superfície e diminuindo gradativamente nas camadas subsuperficiais do solo (Figura 1). Isto deve-se ao fato de que na superfície do solo, embora a decomposição da matéria orgânica seja mais intensa, é também onde ocorrem a produção e adição de grande quantidade de resíduos orgânicos que, sob o efeito de cultivos, ação microbiana e fatores climáticos, são, aos poucos, transformados e incorporados aos primeiros centímetros do perfil do solo.

Os ácidos húmicos não apresentaram nenhuma tendência bem definida em relação à profundidade (Figura 1), o que está de acordo com o caráter bastante mutável deste componente do húmus. Os ácidos fúlvicos, por sua vez, mostraram clara tendência de diminuição com o aumento da profundidade, conforme pode também ser observado na Figura 1. Estes resultados diferem daqueles freqüentemente encontrados em literatura (1) para solos oxidícos, como o que foi objeto do presente estudo, onde, em geral, a relação AF/AH aumenta com o aumento da profundidade. Os resultados ora observados presumivelmente devem-se à síntese de ácidos húmicos a partir de precursores de natureza fúlvica que, produzidos na camada superficial do solo, teriam migrado para camadas mais profundas no perfil. Além disso, a acentuada drenagem interna nestes latossolos pode ter contribuído para a remoção de parte dos precursores fúlvicos que não tenham se polimerizado em moléculas de tamanho maior, influenciando assim a relação AF/AH ora observada.

A humina mostrou clara tendência de aumento com o aumento da profundidade (Figura 1). Isto deve-se ao aumento das restrições à atividade microbiana com a profundidade, aliado às condições pedoambientais mais estáveis, o que condicionou a transformação mais lenta da matéria orgânica, favorecendo a síntese de compostos

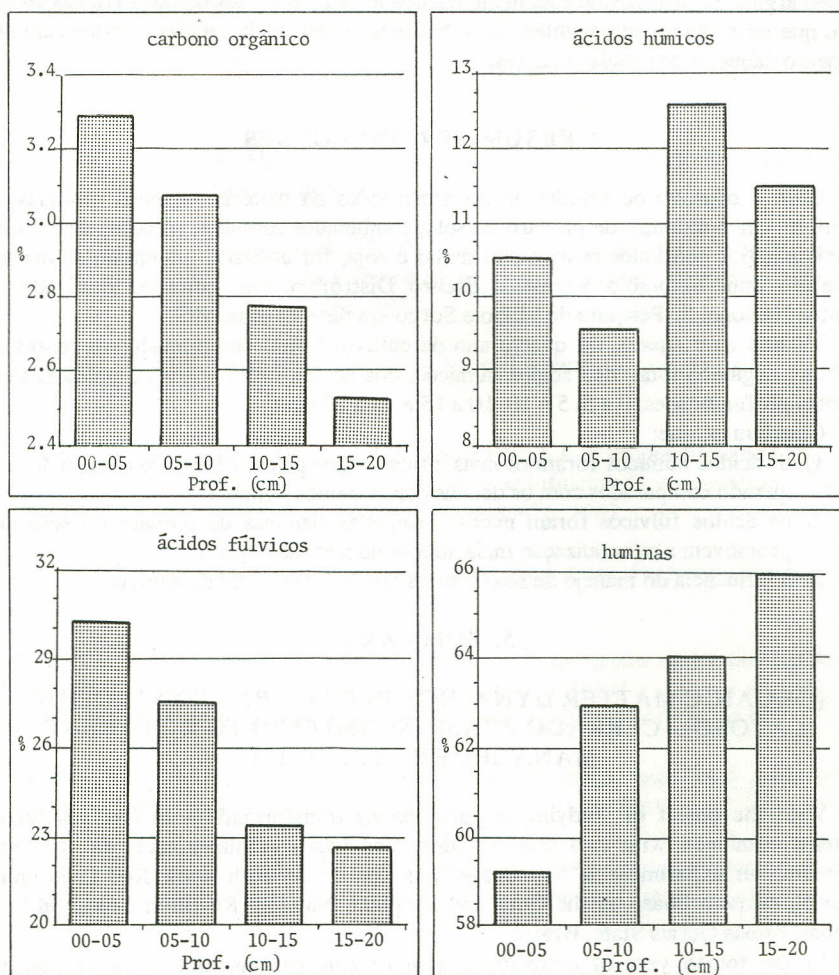


FIGURA 1 – Teores médios de carbono orgânico, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas obtidos com cinco sistemas de preparo do solo.

muito mais estáveis. Neste sentido, os óxidos de ferro e de alumínio, provavelmente, desempenham papel também importante (13).

De modo geral, ao comparar os dados dos três componentes húmicos, verificou-se que a fração humina suplantou, em muito, as frações ácido fúlvico e ácido húmico, sendo a contribuição média de cada componente para o teor de carbono orgânico total da ordem e 63,0, 25,9 e 11,1%, respectivamente. Estes resultados assemelham-se àqueles encontrados por SARAIVA (11) e sugerem um predomínio da humina na matéria orgânica deste solo. A despeito da adição anual de certa quantidade de resíduos orgânicos frescos, há que se considerar a matéria orgânica, provavelmente bastante humificada, já existente no solo antes da instalação do experimento (3).

A relação percentual entre os AF/AH deve-se à natureza caulínítica e oxídica da fração argila, ao distrofismo acentuado e à boa aeração nas camadas superficiais do solo, o que teria favorecido a síntese de substâncias húmicas de cadeias menores, em detrimento daqueles de cadeias maiores.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de estudar as transformações na matéria orgânica oriundas do efeito de cinco sistemas de preparo do solo, combinados com duas rotações de culturas e dois plantios contínuos envolvendo milho e soja, foi utilizado um ensaio de manejo instalado num Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, fase cerrado, localizado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG.

Usando esse ensaio, no quarto ano de cultivo, foram determinados os teores de carbono orgânico total, dos ácidos húmicos, dos ácidos fúlvicos e da humina nas seguintes profundidades: 0 a 5, 5 a 10, 10 a 15 e 15 a 20 cm.

Concluiu-se que:

- 1) os ácidos húmicos foram os mais influenciados pelas práticas de manejo do solo quando comparados com os demais componentes húmicos;
- 2) os ácidos fúlvicos foram maiores naqueles sistemas de preparo do solo que promovem a mineralização mais intensa da matéria orgânica; e
- 3) a influência do manejo de solo sobre a fração humina foi desprezível.

5. SUMMARY

(ORGANIC MATTER DYNAMICS IN DARK RED DYSTROPHIC LATOSOL, CERRADO PHASE, SUBMITTED TO DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS)

With the object of studying organic matter transformations in five soil tillage systems combined with two crop rotations and two continuous crops of corn and soybeans, an experiment in soil tillage was conducted with Dark Red Dystrophic Latosol, cerrado phase, in the Corn and Sorghum National Research Center in Sete Lagoas, Minas Gerais State, Brazil.

In the fourth year of cultivation, total organic carbon content as well as the content of humic acids, fulvic acids and humin were determined at the following depths: 0 to 5; 5 to 10; 10 to 15 and 15 to 20 cm.

Based on the results of this research, the following conclusions are presented:

- 1) Humic acids were those most influenced by soil tillage practices, when compared with other humus fractions.
- 2) Fulvic acids increased in those soil tillage systems which promoted the most intense organic matter mineralization.
- 3) The influence of soil management practices upon humin fraction was negligible.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDREUX, F. & BECERRA, S.P. de. Fraccionamiento y caracterización del material húmico em algunos suelos de sabana de la Orinoquia Colombiana. *Turrialba*, 25: 191-198, 1975.

2. DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. *Análise química do solo*. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1981. 17 p. (Boletim de Extensão nº 19).
3. DORMAAR, J.F. Organic matter characteristics of undisturbed and cultivated chernozemic and solonchic A horizons. *Can. J. Soil Sci.*, 59:349-356, 1979.
4. DUCHAUFOUR, P. Dynamics of organic matter in soils of temperate regions: its action on pedogenesis. *Geoderma*, 15: 31-40, 1976.
5. FAHAD, A.A.; MELKE, L.N.; FLOWERDAY, A.D. & SWARTZENDRUBER, D. Soil physical properties as affected by soybeans and other cropping sequences. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 377-381, 1982.
6. FELBECK, G.T. Structural chemistry of soil humic substances. *Adv. Agron.*, 17:327-368, 1965.
7. GUPTA, R.D.; TRIPATHI, B.R. & BANERJEE, S.K. Composition and nature of humus in some soils of North-West Himalayas as influenced by vegetation, climate and parent rock. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 30: 468-476, 1982.
8. KONONOVA, M.M. *Soil organic matter*. 2 ed. New York, Pergamon Press, 1966. 555 p.
9. PARRA, M.S. *Dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes num Latossolo Roxo Distrófico submetido aos sistemas de plantio convencional e direto e a diferentes sucessões de cultura*. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1986. 94 p. (Tese M.S.).
10. RAM, N. & RAMAN, K.V. Characterization of humic and fulvic acids from different Indian soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 29:179-183, 1981.
11. SARAIVA, O.F. *Relações da matéria orgânica com as características físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Distrófico, fase terraço, submetido a sistemas de cultivo*. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ., 1987. 175 p. (Tese D.S.).
12. TAN, K.H.; BEATY, E.R.; MCCREERY, R.A. & POWELL, J.D. Humic-fulvic acid content in soils as related to ley clipping management and fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 36:565-567, 1972.
13. TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. *J. Soil Sci.*, 33:141-163, 1982.
14. VOLKOFF, B. & ANDRADE, M.J. Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia: aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 15., Campinas, 1975. *Anais...*, Campinas, 1976. p. 116-126.