

## Atributos físicos e químicos do solo sob diferentes sistemas de produção em solos de textura arenosa

<sup>1</sup> Marcos Gervasio Pereira, <sup>1</sup> Luiz Alberto Silva Rodrigues Pinta, <sup>2</sup> Celeste Queiroz Rossi, <sup>1</sup> Otávio Augusto Queiroz Santos, <sup>1</sup> Octavio Vioratti Telles Moura, <sup>1</sup> Luiz Aurélio Peres Martelleto

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, Km 07, S/N Zona Rural, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mails: mgervasiopereira01@gmail.com, l\_arodrigues@yahoo.com.br, otavioqueiroz7@hotmail.com, octavio.vioratti@gmail.com, uizmarte@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará, Reitoria: Rua Vera Paz, S/N, Unidade Tapajós, Bairro, CEP 68035-110, Santarém, Pará, Brasil. E-mail: celesteqrossi@gmail.com

**Resumo:** Solos de textura arenosa na camada superficial são de grande expressão no estado do Rio de Janeiro, em especial na baixada litorânea fluminense. O objetivo desse estudo foi avaliar os atributos físicos, químicos e da matéria orgânica do solo (MOS) de um Argissolo Amarelo sob diferentes sistemas de produção. Foram selecionadas quatro áreas: maracujazeiro (MAR); bananeira (BAN); sorgo (SOR), e vegetação espontânea (VE). Foram avaliadas a densidade do solo (Ds), densidade da partícula (Dp), volume total de poros (VTP %), composição granulométrica, macro e microporosidade, caracterização química, carbono orgânico total (COT), matéria orgânica leve (MOL), o fracionamento granulométrico e químico da MOS. Foram verificadas diferenças significativas para a macroporosidade nas profundidades de 0 - 0,10 m nas áreas MAR e BAN; e 0,10-0,20 m nas áreas MAR, BAN e SOR. Na área BAN foram quantificados os maiores valores de carbono orgânico total (COT) e Coam (associado às frações argila e silte) em superfície e nas áreas MAR e SOR os maiores valores de carbono orgânico particulado (COP). Nas áreas MAR e VE foram quantificados os maiores valores de matéria orgânica leve (MOL) em água em superfície. Para as substâncias húmicas os maiores teores foram observados para a humina (C-HUM) quando comparada na área BAN nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,10 m.

**Palavras chave:** Ácidos fúlvicos e húmicos, Granulometria, Fruticultura.

### Soil physical and chemical attributes under different production systems in sandy soils

**Abstract:** Soils of sandy texture in the superficial layer have larger occurrence area at the Rio de Janeiro State, especially in the coastal zone. The objective of this study was to evaluate the physical and chemical soil attributes and soil organic matter (SOM) in Ultisol (Argissolo Amarelo) under different production systems. Four areas were selected: passion fruit (MAR); banana tree (BAN); sorghum (SOR), and spontaneous vegetation (LV). Bulk density, total pore volume (TVP %), granulometric composition, macro and microporosity, chemical characterization, total organic carbon (TOC), granulometric and chemical fractionation of soil organic matter (SOM) were determinate. Macroporosity values were significant at depths of 0-0.10 m in the MAR and BAN areas; and 0.10-0.20 m in the MAR, BAN and SOR areas. The BAN area presented the highest TOC and COAM (organic matter associated to silt and clay fractions) values on the surface, as MAR, and SOR areas presented an increasing of particulated organic carbon (Cop) with depth. As MAR and VE areas presented the highest surface light organic matter (LOM) values. For humic substances, the highest levels were observed for humin (C-HUM) when compared to the others, the highest levels of this fraction were quantified in the BAN area in the 0-0.05 and 0.05-0.10 m layers

**Keywords:** Fulvic and humic acids, Granulometry, Fruticulture.

## Introdução

Os solos da região da Baixada Litorânea Fluminense apresentam, de maneira geral, na camada superficial textura arenosa à média, sendo comum o aumento no teor de argila em profundidade. Boa parte desses solos é intensamente intemperizada, apresentando como principais características químicas a baixa capacidade de troca catiônica (CTC) (Silva et al., 2001). Em função do exposto, o aporte de matéria orgânica do solo (MOS) tem uma grande importância no aumento da CTC e na manutenção e melhoria de suas propriedades físicas (Arcoverde et al., 2015, Fontana et al., 2016 & Donagemma et al., 2016).

Em solos com textura mais arenosa, ocorre à formação de poros de maior tamanho quando comparados com solos com textura mais fina, o que facilita o acesso dos microrganismos e a decomposição mais acelerada da MOS, o que em última instância desfavorece a agregação do solo (Donagemma et al., 2016), já que nesses solos a MOS tem um papel de destaque na agregação das partículas.

A manutenção e melhoria da qualidade dos solos em sistemas de produção contínua são imprescindíveis para garantir a produtividade agrícola e a qualidade ambiental para as gerações futuras. Nesse sentido, a MOS é considerada componente chave da qualidade do solo, sendo sensível ao manejo empregado, destaca-se pela estimulação da microbiota do solo, condicionamento físico do solo, efeito tampão biológico e químico, controle térmico e melhor retenção de água (Conceição et al., 2005 & Boulal et al., 2011).

Sistemas de produção que incorporem matéria orgânica, principalmente a partir de diferentes fontes de resíduos vegetais podem aumentar o teor de carbono orgânico no solo, favorecendo a manutenção da sustentabilidade agrícola do solo e diminuição da emissão de gases do efeito estufa. A compreensão da dinâmica da MOS nesses sistemas permite subsidiar o estabelecimento de estratégias de manejo que garantam o incremento do conteúdo orgânico e a qualidade do complexo solo-vegetação-ambiente ao longo do tempo (Loss et al., 2011).

Neste contexto, objetivou-se, avaliar as alterações nos atributos físicos e químicos do solo em Argissolo Amarelo sob diferentes sistemas de produção, no município de Seropédica-RJ.

## Material e métodos

A área do presente estudo está localizada na região da Baixada Litorânea Fluminense, mais precisamente no *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro [UFRRJ]. Os solos em sua grande maioria são classificados como Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Amarelos e Planossolos Háplicos (Santos et al., 2018), apresentando como principais características o horizonte superficial de textura arenosa e em subsuperfície um horizonte de acúmulo de argila (Bt) identificado como B textural (Argissolos) ou B plânico, respectivamente (Santos et al., 2018). Os solos formados a partir do intemperismo de rochas de caráter ácido (granitos e/ou gnaisses) ou por sedimentos coluviais, apresentam baixa fertilidade natural. O clima atual da região, segundo Köppen, é do tipo Aw, quente e úmido sem inverno pronunciado, com período chuvoso no verão e uma estiagem não muito rigorosa no inverno (Silva et al., 2001). O solo das áreas de estudo foi classificado como Argissolo Amarelo (Santos et al., 2018), localizado em área de relevo suave ondulado.

Anteriormente a sua utilização, as áreas estavam em pousio, cobertas com capim colônio (*Panicum maximum*). Inicialmente as mesmas foram aradas e gradeadas, superficialmente, e feita em toda área a adubação com 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na adubação de plantio e posteriormente foi realizada uma adubação de cobertura aos 25 dias após semeadura com 40 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para o estudo foram selecionadas quatro áreas com o seguinte uso: área de cultivo de maracujá (*Passiflora sp*) com 4 anos de instalação, com espaçamento de 2 metros na linha e vegetação espontânea na entrelinha com espaçamento de 3 metros (MAR); área de plantio de banana (*Musa spp*) com espaçamento de 2,5 metros na entrelinha, com a presença de vegetação espontânea para a proteção do solo

(BAN) de 1 ano e meio; área de cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) (SOR) com 3 meses e vegetação espontânea com capim colômbio (*Panicum maximum*) (VE). Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas em três profundidades: 0- 0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 m. Em cada área foram coletadas 5 amostras compostas (formadas a partir de 4 amostras simples) em cada profundidade, totalizando 60 unidades amostrais. Após a coleta as amostras deformadas foram secadas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), para posteriores análises.

Os atributos físicos avaliados foram: densidade do solo (Ds), pelo método do anel volumétrico; densidade da partícula (Dp) pelo método do balão volumétrico; o volume total de poros (VT %); a composição granulométrica pelo método da pipeta e a macro e microporosidade pelo método da mesa de tensão, segundo Donagemma et al. (2011).

Para a caracterização química, foram determinados os valores e pH em água e os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , P, H+Al,  $\text{Al}^{3+}$ , segundo Donagemma et al. (2011). Para a determinação dos cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ), foi realizada a extração com solução de KCl 1 mol  $\text{L}^{-1}$  (proporção solo:solução 1:10) sendo  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  e o  $\text{Ca}^{2+}$  determinados por complexometria. O  $\text{Mg}^{2+}$  foi obtido pela diferença do  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  e o  $\text{Ca}^{2+}$ . O  $\text{Al}^{3+}$  foi determinado por titulação com solução de NaOH 0,025 mol  $\text{L}^{-1}$  como titulante e azul de bromotimol como indicador. Sódio e potássio trocáveis ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) e P assimilável foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol  $\text{L}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,0125 mol  $\text{L}^{-1}$  (proporção solo:solução 1:10), na qual  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  foram determinados por fotometria de chama. O P assimilável foi determinado por colorimetria. A acidez potencial do solo (H + Al) foi extraído com solução de acetato de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ ) 0,5 mol  $\text{L}^{-1}$ , pH 7 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol  $\text{L}^{-1}$ . Já o pH em água, foi determinado

potenciometricamente na suspensão solo-líquido de 1:2,5, com tempo de contato de 1 hora com agitação da suspensão antes da leitura.

O carbono orgânico total (COT) foi determinado segundo Yeomans e Bremner (1988). O fracionamento granulométrico foi realizado segundo o método proposto por Cambardella e Elliot (1992), e para determinação da matéria orgânica leve em água (MOL) foi usado o método proposto por Anderson e Ingram (1989). Foi realizado o fracionamento químico das substâncias húmicas (SH), quantificando-se os teores de C das frações humina (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF) segundo técnica de solubilidade diferencial estabelecida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas conforme adaptação realizada por Benites et al. (2003). O desenho experimental foi o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, três profundidades e cinco repetições. Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio dos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente. Posteriormente, atendendo essa premissa, os dados foram submetidos a análise de variância com aplicação do teste F utilizando e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de significância. Para análises foi utilizado o programa computacional SISVAR, Ferreira (2000).

## Resultados e discussão

### Atributos Físicos

A composição granulométrica do solo das áreas avaliadas é apresentada na Tabela 1. Na área MAR foram quantificados os maiores conteúdos de areia (848,2 e 849,2 g  $\text{kg}^{-1}$ ), para as camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m respectivamente, quando comparados com as demais áreas estudadas, a textura dessa área foi classificada como areia franca, já nas áreas de BAN, SOR e VE foram classificadas como textura franco arenosa.

**Tabela 1** - Densidade do solo (Ds), densidade de partícula (Dp); volume total de poros (VTP) e composição textural (em áreas com diferentes coberturas vegetais em Argissolo Amarelo).

Sistemas <sup>(1)</sup>	Profundidade (m)							
	0 – 0,10		0,10-0,20		0 – 0,10		0,10-0,20	
	Ds (Mg m <sup>-3</sup> )		Dp (Mg m <sup>-3</sup> )		VTP (%)			
MAR	1,23 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	2,39 <sup>ns</sup>	2,44 <sup>ns</sup>	59 <sup>ns</sup>	57 <sup>ns</sup>		
BAN	1,16 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	2,39 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>ns</sup>	63 <sup>ns</sup>	60 <sup>ns</sup>		
VE	1,24 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	2,33 <sup>ns</sup>	2,35 <sup>ns</sup>	61 <sup>ns</sup>	57 <sup>ns</sup>		
SOR	1,33 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	2,36 <sup>ns</sup>	2,34 <sup>ns</sup>	59 <sup>ns</sup>	60 <sup>ns</sup>		
CV%	10,1 <sup>n</sup>	11,1	4,2	3,3	8,8	7,3		
	Areia (g kg <sup>-1</sup> )		Silte (g kg <sup>-1</sup> )		Argila (g kg <sup>-1</sup> )			
MAR	848,2a	849,2a	66,0a	65,4a	85,8b	85,4b		
BAN	748,2b	736,8b	49,8a	48,2a	202,0a	215,0a		
VE	726,4b	726,2b	73,2a	65,4a	200,4a	208,4a		
SOR	750,2b	753,4b	68,4a	73,4a	181,4a	173,2a		
CV%	6,9	6,5	61,4	53,5	25,0	20,4		

(MAR) maracujazeiro na linha e vegetação espontânea na entrelinha com 4 anos de instalação da cultura; (BAN) bananeira de 1 ano e meio com vegetação espontânea na entrelinha; (SOR) sorgo, (VE) vegetação espontânea, e (CV%) coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na linha não diferente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para os valores de Ds não foram verificadas diferenças significativas entre as áreas, os valores variaram entre 1,16 e 1,33 Mg m<sup>-3</sup> na profundidade de 0-0,10 m e 1,17 a 1,36 Mg m<sup>-3</sup> em 0,10-0,20 m (Tabela 1). Apesar das camadas apresentarem textura arenosa, os valores de Ds observados podem ser decorrentes do conteúdo de matéria orgânica verificado nas áreas que contribuem para essa redução. Loss et al. (2009) em seus estudos verificaram que a redução dos valores de Ds está associada com aporte constante de matéria orgânica em áreas de cultivo. Segundo Reinert e Reichert (2001) valores de Ds considerados críticos ao desenvolvimento de culturas comerciais para solos com horizontes com textura arenosa, com menos de 200 g kg<sup>-1</sup> de argila, são da ordem de 1,65 Mg m<sup>-3</sup>. Nesse estudo, foram verificados teores de argila igual ou inferiores a 200 g kg<sup>-1</sup> e de areia iguais ou superiores a 750 g kg<sup>-1</sup>, e o maior valor de Ds (1,36 Mg m<sup>-3</sup>) foi verificado na área SOR na profundidade de 0-0,10 m. Os valores de Ds encontrados indicam não haver restrição ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas.

Os valores de densidade de partícula (Dp) são apresentados na Tabela 1. Não foram observadas diferenças estatísticas entre as áreas e as profundidades avaliadas. Os valores encontrados variaram de 2,34 a 2,44 Mg m<sup>-3</sup> e são concordantes com os valores comumente verificados nos solos minerais brasileiros, em que a

Dp média é de 2,65 Mg m<sup>-3</sup>, refletindo a predominância de minerais silicatados como o quartzo e feldspatos.

Para o volume total de poros (VTP) não foi observada diferença entre as áreas e profundidades (Tabela 1). Para a profundidade de 0-0,10 m o maior de VTP (63%) foi observado na área de BAN. Silva et al. (2006), verificaram maiores valores de VTP e menores valores de Ds, em áreas de cultivo de banana em sistema agroflorestal e em áreas de agricultura no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP, quando comparada a outros tipos de cobertura vegetal. Os autores atribuíram esses resultados aos maiores valores de COT verificados nessa área, decorrentes do aporte das folhas da bananeira e do pseudocaule.

Em relação à macroporosidade (Tabela 2) foram observadas diferenças significativas, sendo os maiores quantificados na profundidade de 0 - 0,10 m nas áreas MAR e BAN (12 e 13% respectivamente), já na profundidade de 0,10-0,20 m houve um aumento da macroporosidade na área de SOR em detrimento das outras áreas nas quais não foram verificadas mudanças em profundidade. O aumento nos valores da macroporosidade pode estar ligado a ação do sistema radicular do sorgo. Vezzani e Mielniczuk (2011) atribuem maiores valores de macroporosidade nas camadas superficiais à influência positiva da matéria orgânica

na agregação dos solos. Já na profundidade de 0,10-0,20 m os maiores valores ocorreram nas áreas MAR, BAN e SOR (10; 10 e 12% respectivamente). Para a microporosidade, somente na área MAR foi estatisticamente menor (46%) que as outras na camada 0-0,10 m, esse padrão pode estar associado a presença de plantas

do grupo das gramíneas nas outras áreas avaliadas que favorecem a formação e estabilização de microagregados. Uma explicação para esse padrão pode ser atribuída as plantas desse grupo apresentarem alta densidade radicular, que favorece a aproximação das partículas e a formação de agregados.

**Tabela 2** - Macroporosidade e microporosidade em áreas com diferentes coberturas vegetais em Argissolo Amarelo.

Sistemas <sup>(1)</sup>	Profundidade (m)			
	0 – 0,10	0,10 - 0,20	0 – 0,10	0,10 - 0,20
	<b>Macroporosidade (%)</b>		<b>Microporosidade (%)</b>	
MAR	12a	10a	46b	47 <sup>ns</sup>
BAN	13a	10a	50a	49 <sup>ns</sup>
VE	8b	6b	53a	51 <sup>ns</sup>
SOR	8b	12a	51a	48 <sup>ns</sup>
CV%	22,5	21,5	4,6	5,8

(MAR) maracujazeiro na linha e vegetação espontânea na entrelinha com 4 anos de instalação da cultura; (BAN) bananeira de 1 ano e meio com vegetação espontânea na entrelinha; (SOR) sorgo, (VE) vegetação espontânea, e (CV%) coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na linha não diferente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Dalchiavon et al. (2011), a textura e o conteúdo de matéria orgânica influenciam diretamente nos valores de microporosidade no solo, ao contrário do manejo adotado, que exerce menor influência, demonstrando que a compactação ou a diminuição da aeração no solo, está intimamente relacionada à menor quantidade de macroporos, padrão também observado no trabalho de Sousa et al. (2008). Estudando a densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus (*Pinus caribaea* vr. *Honduriensis*), pastagem e plantio direto, Wendling et al. (2012) verificaram que porosidade total do solo não variou estatisticamente entre os tipos de uso do solo na profundidade de 0,10-0,20 m. Na área em que foi adotado o sistema de semeadura direta foi observado a menor porosidade total na camada de 0-0,10 m enquanto os maiores valores foram identificados na área de pinus. Os autores ainda encontraram em todas as áreas avaliadas maiores

valores da macroporosidade e microporosidade na camada de 0-0,10 m quando comparada com a camada de 0,10-0,20 m.

#### Atributos Químicos

Quanto a fertilidade do solo (**Tabela 3**), verificaram-se valores de pH superiores a 5,80, 5,20 e 5,60 nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, respectivamente. Os valores de pH indicam a ausência de  $Al^{3+}$ . Os valores de pH encontrados são resultados da correção da acidez com a realização da calagem. Resultados similares foram relatados por Loss et al. (2011), ao avaliarem os atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. Os autores verificaram valores de pH acima de 6,2 e 5,8, nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m, respectivamente. Os valores de  $Ca+Mg$  são considerados médios e os valores de  $K^+$  e  $P$  são adequados na área de MAR e baixos nas demais áreas estudadas segundo Portz et al. (2013).

**Tabela 3** - Atributos químicos do solo em áreas com diferentes coberturas vegetais em Argissolo Amarelo.

Sistemas <sup>(1)</sup>	Profundidade (m)					
	0 – 0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0 – 0,05	0,05-0,10	0,10-0,20
	<b>pH (água)</b>			<b>Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>)</b>		
MAR	6,06b	5,82b	5,80b	3,05b	2,81a	2,37c
BAN	5,80b	5,58b	5,89b	3,46ab	3,30ab	3,14bc
VE	5,99b	5,27b	5,60b	3,42ab	3,55ab	3,63bc
SOR	7,04a	7,00a	7,07a	4,77ab	4,46a	4,62a
CV%	7,10	7,50	7,64	20,90	18,30	15,80
	<b>Ca<sup>+2</sup> (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>)</b>			<b>H+Al (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>)</b>		
MAR	1,82ab	1,63b	1,32a	1,51ab	1,76b	1,59ab
BAN	1,88ab	1,84ab	1,67ab	2,02ab	2,16ab	1,96ab
VE	1,40b	1,80ab	1,66ab	2,17ab	2,46a	2,07a
SOR	2,38a	2,36a	2,25a	1,27b	1,25c	1,31b
CV%	25,70	18,70	19,90	25,20	14,00	21,70
	<b>P (mg kg<sup>-1</sup>)</b>			<b>K<sup>+</sup> (mg kg<sup>-1</sup>)</b>		
MAR	74,81a	45,28a	45,35a	70,20a	66,30a	19,50a
BAN	22,61b	15,48b	22,90b	35,10bc	11,70b	7,80b
VE	4,86b	2,66c	2,00c	23,40c	15,60b	23,40a
SOR	8,31b	6,12bc	4,68c	54,60ab	15,60b	23,40a
CV%	41,0	31,3	31,2	29,2	22,0	27,8

(MAR) maracujazeiro na linha e vegetação espontânea na entrelinha com 4 anos de instalação da cultura; (BAN) bananeira de 1 ano e meio com vegetação espontânea na entrelinha; (SOR) sorgo, (VE) vegetação espontânea, e (CV%) coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na linha não diferente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para os teores de carbono orgânico total (COT) foram verificadas diferenças entre as áreas avaliadas (Tabela 4). Em geral as áreas avaliadas apresentaram baixos valores de COT, com exceção à área BAN na profundidade de 0,0 - 0,05 (28,7 g kg<sup>-1</sup>), esses resultados podem ser associados aos elevados teores de areia, que facilitam a mineralização do material orgânico aportado ao solo pelas culturas. Os maiores valores foram observados na área BAN até a camada de 0,10 m, já na camada de 0,10-0,20 m, houve uma inversão nos teores de COT, na área com BAN foram quantificados os menores teores (6,6 g kg<sup>-1</sup>), enquanto nas áreas SOR e VE verificaram-se teores de COT significativamente maiores (12,1 e 14,7 g kg<sup>-1</sup>) respectivamente. Os menores valores de COT (Tabela 4) foram observados na área MAR essa área por receber um manejo mais intensivo, sendo removida a vegetação presente na linha da cultura, favorece uma maior perda da matéria orgânica, contribuindo para a redução dos teores desse elemento.

Os maiores teores matéria orgânica leve (MOL) foram verificados na área com MAR na profundidade 0-0,05 e 0,05-0,10 m (6,1 e 5,3 g kg<sup>-1</sup>) respectivamente. Os maiores valores de MOL nessa área podem ser resultantes do manejo da cultura, em que são depositados na superfície do terreno folhas e pseudocaules. Esses materiais apresentam decomposição mais lenta, contribuindo para o aumento das frações menos transformadas da matéria orgânica. Adicionalmente, o maior sombreamento promovido pelas bananeiras, diminui a incidência luminosa, contribuindo também para uma decomposição mais lenta desse material.

Estudando os teores de COT e MOL sob diferentes sistemas de produção orgânica em Argissolo Vermelho-Amarelo Loss et al. (2011) verificaram que os maiores teores de MOL ocorreram em áreas de cultivo de berinjela/milho. Os autores atribuíram esses valores ao tipo de manejo adotado, mantendo a palhada na superfície e aumentando a contribuição das frações mais lábeis da matéria orgânica. Os autores também

verificaram valores de MOL em áreas de plantio de maracujá semelhantes aos observados nesse

estudo, na ordem de 5,60 g kg<sup>-1</sup> na camada de 0-0,05 m.

**Tabela 4** - Carbono orgânico total (COT), matéria orgânica leve em água (MOL), frações granulométricas e frações químicas da matéria orgânica do solo em áreas com diferentes coberturas vegetais em Argissolo Amarelo.

Sistemas <sup>(1)</sup>	COT	MOL	COp	Coam	C-FAF	C-FAH	C-HUM
g kg <sup>-1</sup>							
0 - 0,05 m							
MAR	9,6c	6,1a	1,9 <sup>ns</sup>	7,7c	1,7 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	5,2b
BAN	28,7a	2,3c	2,1 <sup>ns</sup>	26,6a	2,0 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	13,5a
VE	13,5b	5,0a	1,5 <sup>ns</sup>	12,0b	2,0 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	6,3b
SOR	12,7b	4,0b	2,3 <sup>ns</sup>	10,4b	1,7 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	4,8b
CV%	11,8	18,8	13,6	12,8	12,3	18,3	18,7b
0,05 - 0,10 m							
MAR	10,3c	5,3a	1,6 <sup>ns</sup>	8,7c	1,6a	1,8a	3,9c
BAN	25,8a	1,7b	1,6 <sup>ns</sup>	24,2a	1,6a	1,7a	8,6a
VE	15,4b	2,7b	1,4 <sup>ns</sup>	14,1b	1,9a	1,9a	5,8b
SOR	12,4c	2,3b	1,5 <sup>ns</sup>	10,9c	1,0b	0,7b	5,6b
CV%	15,0	23,6	14,3	16,1	18,8	15,1	20,8
0,10 - 0,20 m							
MAR	5,9b	1,2b	1,4a	4,5c	1,3a	1,3a	2,8b
BAN	6,6b	1,2b	0,9b	5,7c	1,6a	1,3a	3,4b
VE	14,7a	2,3a	0,9b	13,7a	1,7a	1,6a	6,6a
SOR	12,1a	2,3a	1,5a	10,6b	1,0b	1,0b	6,1a
CV%	20,5	19,0	16,0	23,5	21,7	21,0	23,0

(MAR) maracujazeiro na linha e vegetação espontânea na entrelinha com 4 anos de instalação da cultura; (BAN) bananeira de 1 ano e meio com vegetação espontânea na entrelinha; (SOR) sorgo e (VE) vegetação espontânea. COp: carbono orgânico particulado, COam: carbono orgânico associado aos minerais, C-FAF: carbono na fração ácido fúlvico, C-FAH: carbono na fração ácido húmico, C-HUM: carbono na fração humina, e CV%: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na linha não diferente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Quanto ao fracionamento granulométrico da matéria orgânica, os menores valores (inferiores a 0,9 g kg<sup>-1</sup>) foram encontrados para o carbono orgânico particulado (Cop) quando comparado ao carbono orgânico associado aos minerais (Coam) (Tabela 4). O Cop é considerada a fração mais lábil e sensível ao manejo, demonstrando que esse compartimento da matéria orgânica pode ser usado como bom indicador de qualidade do solo para avaliar sistemas de manejo recente, em que as alterações no COT do solo ainda não tenham sido de grande magnitude (Conceição et al., 2005). Avaliando as frações orgânicas da MOS em Argissolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de produção orgânica, Loss et al. (2011) verificaram que os estoques de Cop mostraram-se

eficiente em evidenciar diferenças nas áreas avaliadas, principalmente na camada superficial.

Apesar de o Cop ser considerado um bom indicador de mudanças de manejo, não foram verificadas diferenças significativas entre as áreas, sendo que os valores variaram entre 0,9 a 2,3 g kg<sup>-1</sup> até a camada de 0,20 m. Já para Coam, que apresenta uma maior associação com as frações silte e argila, foram verificadas menores modificações pelas diferentes formas de manejo adotado. Entretanto, verificaram-se diferenças entre as áreas nas duas profundidades avaliadas (Tabela 4). A fração Coam apresentou o mesmo padrão observado para o COT e foi capaz de diferenciar as áreas estudadas, com os maiores teores observados na área BAN. Loss et al. (2011)

também verificaram diferença entre as áreas de manejo agroecológico, plantio convencional e sistema agroflorestal na fração Coam, os autores atribuem que estas diferenças podem estar associadas às práticas agroecológicas utilizadas nas áreas de estudo.

Quanto ao fracionamento químico da MOS, os maiores valores (valores entre 2,8 a 13,5 g kg<sup>-1</sup>) dessa fração foram verificados para a fração humina (C-HUM) quando comparada as demais (Tabela 4). Os maiores teores dessa fração (13,5 g kg<sup>-1</sup>) foram quantificados na área BAN nas camadas de 0-0,5 e 0,5-0,10 m. Na camada de 0,10-0,20 m os maiores teores ocorreram nas áreas de VE (6,6 g kg<sup>-1</sup>) e SOR (6,1 g kg<sup>-1</sup>) não sendo verificadas diferenças significativas entre estas. Para as frações C-FAH e C-FAF não foram observadas diferenças entre as áreas na camada de 0-0,05 m. Contudo nas áreas de VE, BAN e MAR, foram verificados maiores teores de C-FAH nas camadas de 0,05-0,10 (valores  $\geq$  1,7 g kg<sup>-1</sup>) e 0,10-0,20 m (valores  $\geq$  1,3 g kg<sup>-1</sup>) de profundidade. Para os valores da fração ácido fúlvico (C-FAF) não foram observadas diferenças nessas profundidades.

Estes resultados demonstram a forte interação da fração C-HUM com a fração mineral do solo, uma vez que em todos os sistemas avaliados observou-se mais de 50% do COT, determinado pelo fracionamento químico, está na forma de C-HUM. Em estudos sobre quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso em sistema agroecológicos, Loss et al. (2011) verificaram teores de C-HUM na ordem de 65% a 71% (0-0,05 m) e 63% a 78% (0,05-0,10 m) do COT.

### Conclusões

Nas áreas MAR e BAN foram verificados maiores valores de macroporosidade na camada superficial, indicando que o manejo adotado não está favorecendo a compactação. Com relação a MAR e VE foram quantificados maiores valores de MOL em superfície, entretanto em subsuperfície, os valores mais elevados foram observados nas áreas VE e o SOR.

Os maiores valores de Coam e COT foram mensurados na área BAN, enquanto nas MAR e SOR os mais elevados foram de Cop, sendo um

indicativo de menor alteração dessa área em função do manejo. Na área BAN foram observados os maiores teores de C-HUM nas duas primeiras camadas.

Infere-se que os diferentes manejos adotados estão contribuindo com o aumento do conteúdo de MOS de maneira distinta.

### Referências

- Arcoverde, S. N. S., et al. (2015). Qualidade Física de Solos em uso agrícola na Região Semiárida do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39 (5), 1473-1482.
- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (Edited) (1989). *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods* (2 Edition, p 171). Wallingford: CAB International.
- Benites, V. M., Madari, B., & Machado, P. L. O. A. (2003). *Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo* (Comunicado Técnico n. 16, 7p). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Boulal, H.; Gómez-Macpherson, H.; Gómez, J.A., & Mateos, I. (2011). Effect of soil management and traffic on soil erosion in irrigated annual crops. *Soil and Tillage Research*, 11, 62-70.
- Cambardella, C. A., & Elliott, E. T. (1992). Particulate soil organic-matter changes across a grassland and cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56 (3), 777-783.
- Conceição, P. C., Amado, T. J. C., Mielniczuk, J., & Spagnollo, E. (2005). Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29 (5), 777-788.
- Dalchiavon, F. C., et al. (2011). Produtividade da soja e resistência mecânica a penetração do solo sob sistema de plantio direto no cerrado brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(1), 8-19.
- Donagemma, G. K., et al. (2011). *Manual de métodos de análise de solos* (2 ed., p. 230). Rio de Janeiro: Embrapa Solos,



- Donagemma, G. K., et al. (2016). Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(9), 1003-1020.
- Ferreira, D. F. (2000). *Sistema de análises estatísticas SISVAR*. Lavras: UFLA.
- Fontana, A., et al. (2016). Característica e atributos de latossolos sob diferentes usos em Luis Eduardo Magalhaes, Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51 (9), 1457-1465.
- Loss, A., Pereira, M. G., Schultz, N., Anjos, L. H. C., & Silva, E. M. R. (2009). Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (1), 68-75.
- Loss, A., Pereira, M. G., Schultz, N., Anjos, L. H. C., & Silva, E. M. R. (2011). Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção orgânica. *Idesia*, 29 (2), 11-19.
- Portz, A., et al. (2013). Recomendações de adubos, corretivos e de manejo da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro. In: Freire, L. R., et al. (Coord.). *Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro* (p. 257). Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Reinert, D. J. , & Reichert, J. (2001). Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado. In: Carlesso, R., Petry, M., Rosa, G. & Ceretta, C. A. (Orgs). *Irrigação por Aspersão no Rio Grande do Sul* (v.1, pp. 114-131). Santa Maria: Palloti.
- Santos, H. G., et al. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (5 ed., rev. e ampl, 356p). Brasília, DF: Embrapa.
- Silva, M. B., Anjos, L. H. C., Pereira, M. G., & Nascimento, R. A. M. (2001). Estudo de topossequência da Baixada Litorânea Fluminense: efeitos do material de origem e posição topográfica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25 (4), 965-976.
- Silva, C. F., Loss, A., Silva, E. M. R., Pereira, M. G., & Correia, M. E. F. (2006). Alterações químicas e físicas em áreas de agricultura no entorno do parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP. *Revista Ciências Agrárias*, 46, 9-28.
- Sousa Neto, E. L., Andrioli, I., Beutler, A. N, & Centurion, J. F. (2008). Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (2), 255-260.
- Vezzani, F. M., & Mielniczuk, J. (2011). Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 35 (1), 213-223.
- Yeomans, J. C., & Bremner, J. M. (1988). A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 9 (13), 1467-1476.
- Wendling, B., et al. (2012). Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e Plantio direto. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 28 (1), 256-265.

Recebido em: 04/10/2019

Aceito em: 10/02/2020