



## AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE SOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR

Ludmila de Freitas <sup>(1)</sup>, José Carlos Casagrande <sup>(2)</sup>, Ivanildo Amorim de Oliveira <sup>(3)</sup>,  
Thaís Calvo Fugineri Moreti <sup>(4)</sup>, Danilo Almeida Baldo do Carmo <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo –, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - Campus Jaboticabal (ludmilafreitas84@gmail.com);

<sup>(2)</sup> Professor Doutor Universidade Federal de São Carlos, Caixa Postal 153, Araras - Brasil.

<sup>(3)</sup> Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo –, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - Campus Jaboticabal”.

<sup>(4)</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - Campus Jaboticabal

<sup>(5)</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - Campus Jaboticabal

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

### RESUMO

A granulometria é um importante atributo do solo para o entendimento do manejo interferindo na compactação do solo, retenção de água, arejamento, disponibilidade de nutrientes e estabilidade dos agregados. O objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente, os atributos químicos e físicos do solo em função de diferentes classes texturais em solos sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. Em cada área foram coletadas 44 amostras de solo com espaçamento de 5 m na linha e 10 entre linhas. O solo foi coletado na profundidade de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m por meio de minitrincheiras, adentrando as áreas cultivadas com cana. Foram avaliados os atributos químicos: pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca de cátions, saturação de bases, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco e os atributos físicos: macro e microporosidade, porosidade total e densidade do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as comparações das médias das variáveis dentro de cada ambiente estudado foram feitas pelo teste de Tukey a 5 % e por análise de correlação. Os resultados indicam que a principal diferença dos atributos físicos e químicos dos solos nas áreas estudadas deve-se as diferentes texturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** teor de argila do solo, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions.

## EVALUATION OF CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF SOILS WITH DIFFERENT TEXTURES CULTIVATED WITH SUGARCANE

### ABSTRACT

The granulometry is an important attribute of the soil to the understanding of management interfering in soil compaction, water retention, aeration, nutrient availability and stability of the aggregates. The aim of this research was to evaluate comparatively, the chemical and physical soil attributes as a function of different textural classes under continuous cultivation of sugarcane. The study was carried out in the region in county of Araras and Jaboticabal in the state of São Paulo. In each area were collected 44 soil samples with spacing of 5 m on the line and 10 between lines. Were evaluated chemical attributes: pH in CaCl<sub>2</sub>, organic matter, phosphorus potassium, calcium, magnesium, total acidity, aluminum, sulfur, boron, copper, iron, manganese, zinc, and the physical attributes: macroporosity, microporosity and bulk density. The data were submitted to analysis of variance and the comparisons of the averages of the variables within each studied environment were made by Tukey's test at 5 % and the correlation analysis. The results indicate that the main difference in the physical and chemical attributes of soils in the areas studied is due to the different textures.

**KEYWORDS:** soil clay content, organic matter, cation exchange capacity.

### INTRODUÇÃO

A textura do solo corresponde à proporção relativa em que se encontram os diferentes tamanhos de partículas, em determinada massa de solo. Refere-se, especificamente, as partículas ou frações de areia, silte e argila na terra fina seca ao ar e é uma das características físicas mais estáveis (SANCHEZ, 2012). Consiste na propriedade física do solo que menos sofre alteração ao longo do tempo pela influência do manejo (ARAÚJO et al., 2003). Durante a classificação do solo em um determinado local, a textura dos diferentes horizontes é muitas vezes a primeira e a mais importante propriedade a ser determinada e, a partir desta informação muitas conclusões importantes podem ser tomadas.

Segundo KLEIN (2010) e GRIGOLON, (2013), a textura do solo, principalmente o teor de argila, define em boa parte a distribuição do diâmetro dos poros do solo, determinando assim a área de contato entre as partículas sólidas e a água, sendo por isso responsável pela força de retenção de água dos solos, pois tem influência direta na taxa de infiltração de água, na aeração e na capacidade de retenção de água (ARAÚJO et al., 2003). A textura possui influência no comportamento do solo, quando submetido a pressões externas, pois determina o atrito entre as partículas e o tipo de ligação entre elas. Em geral, quanto maiores as partículas do solo, menor sua compressibilidade e agregação (MACEDO et al., 2010).

A ocorrência de solos com elevada porcentagem de areia, pode resultar em solos menor teor de matéria orgânica, com menor estabilidade dos agregados, favorecendo a redução da sustentabilidade do ecossistema, com o mencionado por

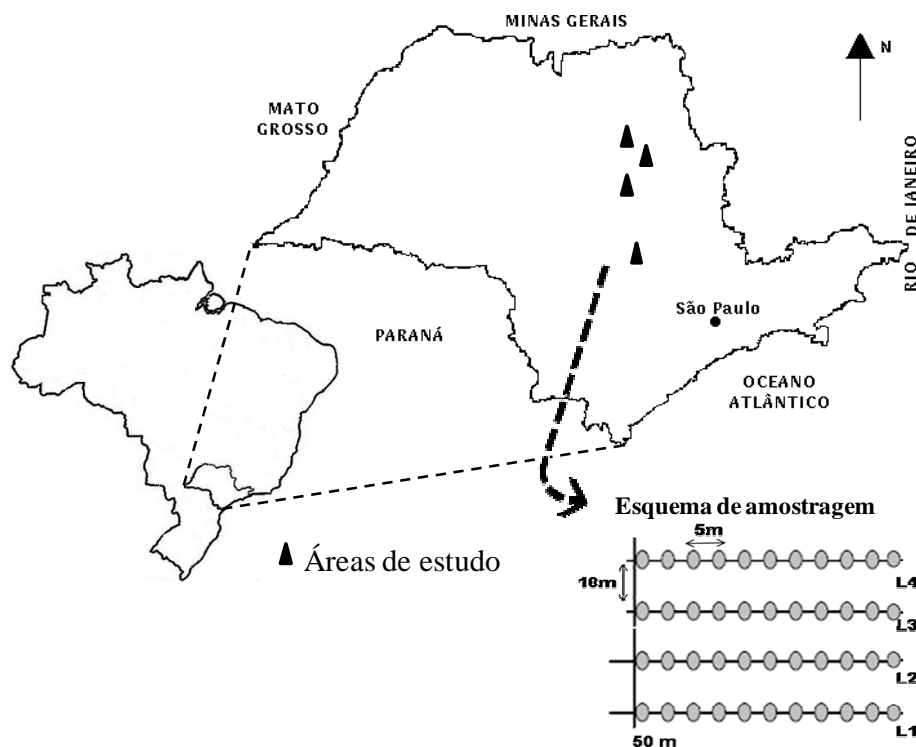
LIMA (2007). Já em se tratando de solos com maiores teores de argila, alguns estudos evidenciam que estes solos normalmente apresentam incremento na capacidade de troca de cátions (CTC) do solo (BAYER & MIELNICZUK, 1997), na diminuição da toxidez de Al e na maior disponibilidade de elementos químicos essenciais, que não existem no material de origem, como carbono e nitrogênio (BURLE et al., 1997), entre outros, como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), além de favorecer a formação de aglomerados de partículas unitárias que se formam por causa de atrações físicas entre partículas, ou através de agentes cimentantes, como óxidos de ferro e matéria orgânica (RAIJ, 2011).

Em se tratando da cultura da cana-de-açúcar, esta possui a capacidade de se adaptar aos diferentes tipos de textura do solo, desde a arenosa até a muito argilosa, inclusive em solos com alto teor de matéria orgânica (KOFFLER; DONZELI, 1987). Assim, a textura é indispensável para a classificação do solo, predição de seu comportamento em resposta ao manejo e classificação quanto à aptidão de uso. Sistemas de culturas perenes ou semiperenes, como é o caso da cultura de cana-de-açúcar, possuem grande potencial em melhorar a estrutura do solo em comparação aos sistemas anuais (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011; DA-SILVA et al., 2012).

Neste contexto, o conhecimento do comportamento dos atributos do solo, permite o estabelecimento de práticas adequadas de manejo do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente, os atributos químicos e físicos do solo em função de diferentes classes texturais em solos sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em quatro áreas localizadas no interior do Estado de São Paulo (Figura 1). Uma área (Área 1) está localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, no Município de Araras - São Paulo, com coordenadas de latitude 22°18'S e longitude 47°23'O, com Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006) contendo 52% de argila (520 g Kg<sup>-1</sup>), com textura argilosa, cultivada com cana-de-açúcar, sendo que no ano de coleta, esta se encontrava no segundo corte. A segunda área (Área 2) está localizada no município de Santa Ernestina, sob as coordenadas 21°31'42"S e 48° 34'31", sendo o solo classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2006), contendo cerca de 27% de argila (270 g Kg<sup>-1</sup>), com textura franco-argilo arenoso, cultivada com cana-de-açúcar no terceiro corte.



**Figura 1.** Localização das áreas no Estado de São Paulo e esquema de amostragem de solo.

A terceira área (Área 3) está localizada no município de Guariba, com coordenadas 21°31'31"S e 48°19'25"O, em Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), contendo 20% de argila ( $200 \text{ g Kg}^{-1}$ ), com textura franco-arenoso e cultivada com cana no quarto corte. A quarta área (área 4) está localizada no município de Guariba, com coordenadas de 21° 29' 55" S e 48° 25' 23" O, sendo o solo classificado como Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), contendo cerca de 15% de argila ( $150 \text{ g Kg}^{-1}$ ), com textura arenosa, e cultivada com cana no quarto corte. Todas as áreas estavam sendo cultivadas por mais de quarenta anos com cana-de-açúcar, sistema convencional de cultivo.

A classificação climática para as regiões é do tipo Cwa segundo Köppen, ou seja, clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês mais frio inferior a 18 °C. A precipitação média anual varia de 1100 mm a 1700 mm. A umidade relativa do ar apresenta uma média anual de aproximadamente 71%, ocorrendo concentração de chuvas no período de outubro a março e o período mais seco estende-se de abril até setembro. A topografia das áreas é plana, com pequena declividade.

Foram coletadas 44 amostras de solos deformadas e indeformadas com espaçamento de 5 m entre linha e 10 m entre linhas em cada área conforme esquema na Figura 1. O solo foi coletado na profundidade de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m por meio de minitrincheiras, adentrando as áreas cultivadas com cana-de-açúcar.

De acordo com os métodos propostos pela EMBRAPA (1997), os atributos químicos do solo foram determinados: pH ( $\text{CaCl}_2$ ), matéria orgânica do solo (MO),  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , disponibilidade de p resina, a acidez potencial (H+Al), enxofre (S), alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ), boro (B), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Com base nos resultados das análises químicas, foi calculada a somas de bases (somatória dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ ), a capacidade de troca catiônica (CTC) (somatória dos

teores de H+Al, Ca, Mg e K), a saturação por bases (V%) (somatória dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  / CTC) x 100).

Os indicadores físicos quantificados foram determinados em amostras indeformadas na forma de anel cilíndrico, coletadas nas minitrincheiras, nas profundidades de 0,0-0,10 m e de 0,10-0,20 m. No laboratório, esses anéis foram saturados por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingir cerca de 2/3 da altura do anel, para determinação da porosidade total (Pt) obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105° C durante 24 h (EMBRAPA, 1997). A microporosidade do solo foi determinada pelo método da mesa de tensão, segundo metodologia da Embrapa (1997). A porosidade total (Pt) foi obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105 °C durante 24 h (EMBRAPA, 1997). Pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade, obteve-se a macroporosidade. A densidade do solo (Ds) foi calculada pela relação entre a massa seca a 105 °C durante 24 h da amostra de solo do cilindro volumétrico e o volume do mesmo cilindro (EMBRAPA, 1997).

Os dados foram submetidos análises de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade realizada no software estatístico Minitab® (MINITAB, 2000) para verificar a diferença dos atributos estudados entre os ambiente. Foi realizada a correlação linear de Pearson entre a CTC e MO determinando-se o grau de maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para tal procedimento, foi utilizado o aplicativo computacional Excel (Office 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 1, é possível observar que os valores dos atributos químicos e físicos do solo apresentaram variação entre as texturas do solo. Quanto aos maiores valores de MO nas duas profundidades estudadas para a área 1, RAIJ (2011) afirmam que normalmente, quanto maior o teor de argila do solo mais alto é o teor de MO. Em sistemas agrícolas, a dinâmica da MO é influenciada não só pelo manejo, por meio da seleção de culturas e formas de preparo do solo, mas também pela adição de fertilizantes e materiais orgânicos, que influem positivamente nos processos de decomposição e mineralização da MO (PORTUGAL et al., 2008).

**Tabela 1.** Caracterização física e química do solo nas diferentes áreas estudadas no Estado de São Paulo.

Atributos	Unidade	Áreas							
		--- Profundidade 0,0-0,10 m---				----Profundidade 0,10-0,20 m----			
		Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
MO	mg/dm <sup>3</sup>	29,0a	9,9c	12,8b	9,3c	8,7a	11,9c	8,1b	9,0c
CTC	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	90,1a	52,3b	52,1b	55,3b	89,5a	49,3c	50,0c	54,2b
Ca	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	27,6a	16,3b	15,1b	14,3b	25,6a	16,6b	14,2b	14,2b
Mg	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	11,5a	8,2b	10,5b	7,7b	10,8a	7,6b	8,8b	7,2b
K	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	5,2a	4,7b	4,6b	4,6b	2,2a	1,0b	1,2b	1,3b
pH	CaCl <sub>2</sub>	4,8b	5,1a	5,2a	4,8b	4,7b	5,1a	5,1a	4,7b
Al	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	3,0a	1,5b	1,6b	2,6b	3,9a	1,4b	2,3b	2,4b
H+Al	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	49,3a	23,3c	24,3c	31,2b	51,7a	24,1c	25,9c	30,9b
SB	mmol <sub>d</sub> /dm <sup>-3</sup>	49,2a	41,2b	27,7c	24,1c	37,7a	25,2b	23,7b	23,3b
V	%	45,7a	42,8b	53,4a	42,9b	51,1a	43,7b	47,4ab	42,4b
P	g/dm <sup>3</sup>	10,7a	12,4a	7,9a	13,8a	7,6a	8,9a	10,6a	12,8a
S	mg/dm <sup>3</sup>	8,9b	2,4c	5,7bc	17,1a	8,9b	2,4c	5,7bc	17,1a
B	mg/dm <sup>3</sup>	0,4a	0,3b	0,3b	0,2b	0,4a	0,3b	0,2b	0,2b
Cu	mg/dm <sup>3</sup>	3,1a	0,3c	0,7b	0,7b	3,1a	0,3c	0,7b	0,6b
Fe	mg/dm <sup>3</sup>	39,5b	24,2c	45,8a	35,3b	40,6b	24,3d	49,6a	34,8b
Mn	mg/dm <sup>3</sup>	53,5a	13,7c	15,7c	41,3b	48,3a	13,4c	16,4c	40,2b
Zn	mg/dm <sup>3</sup>	1,3a	0,3b	0,3b	0,3b	0,9a	0,3b	0,3b	0,3b
Ds	g cm <sup>-3</sup>	1,35c	1,6ab	1,6b	1,7a	1,41c	1,63a	1,57b	1,66a
Micro	%	26,36a	14,4c	15,7b	12,9d	25,21a	14,57c	15,43b	12,98d
Macro	%	26,78b	25,1b	27,6ab	28,0a	25,86b	25,29b	26,39ab	27,86a
PT	%	53,14a	39,48b	41,2b	40,6b	51,05a	39,85b	41,86b	41,06bc

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % na linha nas profundidades.

A presença de maiores teores de CTC na área argilosa, também foi observada por CANELLAS et al. (2003), no qual encontram maiores valores de CTC nos manejos que mantiveram e/ou aumentaram o teor de MO do solo. A contribuição da matéria orgânica para a CTC dos solos é importante e foi estimada entre 56 e 82% da CTC da camada superficial de solos sob condições tropicais (RAIJ, 2011), o que favorece a retenção de cátions e diminui as perdas por lixiviação (RANGEL; SILVA, 2007; PORTUGAL, et al., 2010). Neste tipo de solo, os Latossolos brasileiros, a MO é a principal geradora de cargas negativas na superfície (SOUSA et al., 2007), sendo natural a maior CTC encontrada na área 1, onde se encontram os maiores teores de MO. Resultados similares também foram obtidos por PORTUGAL et al., (2010).

O Ca<sup>2+</sup> e o Mg<sup>2+</sup> foram significamente maiores na área 1 do que nas demais áreas. Esse comportamento se justifica pelos altos valores de MO em solos argilosos, pois segundo LOPES & GUILHERME (2007) e GOES (2010), a MO retém nutrientes como Ca e Mg e aumenta a CTC do solo.

O K<sup>+</sup> possui maior teor para a área 3 e 4 na profundidade 0,10-0,20 m. Entretanto, esses resultados de K discordam dos encontrados em outro trabalho. Os menores teores de K na área 4, é devido a maior lixiviação deste nutriente em solos mais arenosos. WERLE et al., (2008) encontraram relação entre a textura e a perda de K no solo, sendo que o solo mais arenoso, apresentou maior perda por lixiviação deste nutriente.

Já o pH, possui maiores valores para as áreas 2 e 3, nas profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20, porém em ambas as profundidades e em todos os solos são ácidos. Tal resultado, refere-se que um solo é ácido quando possui muitos íons  $H^+$  e poucos íons cálcio ( $Ca^{2+}$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ) e potássio ( $K^+$ ) adsorvidos em seu complexo coloidal de troca. Recentemente, outros resultados confirmaram isso, pois a adição de resíduos vegetais aumentou os valores de pH e teores de  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ , além de reduzir os teores de Al trocável no solo (FRANCHINI et al., 1999). Entretanto, estes efeitos parecem ocorrer em curto prazo, como mencionado por MIYAZAWA et al., (1993), os quais observaram que o material vegetal causou aumentos rápidos no pH imediatamente após a adição do resíduo, havendo a diminuição rápida e gradativa até a estabilização, quando resíduos de várias espécies de plantas foram adicionados ao solo.

A acidez potencial (H+Al) foi maior em solos mais argilosos em ambas as profundidades analisadas, apresentando comportamento similar ao mostrado pelo  $Al^{3+}$ , devido a decomposição da MO e dos resíduos vegetais. Tal fato, leva a liberação de compostos orgânicos na superfície do solo, causando formação de complexos orgânicos hidrossolúveis entre  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  com ligantes orgânicos (MIYAZAWA et al., 1993), facilitando a descida desses cátions no perfil do solo (FRANCHINI et al., 1999), o que ocasiona a acidificação do mesmo. Além disso, a acidez potencial nessa área deve-se ao maior valor de H. Isso se explica pelo maior teor de MO observado, visto que a MO apresenta vários grupos funcionais, especialmente os grupos carboxílicos e fenólicos, que podem liberar o H que irá compor os íons envolvidos na capacidade de troca de cátions do solo (CTC) (RANGEL; SILVA, 2007; SOUSA et al., 2007; PORTUGAL et al., 2010).

Os valores de SB e V% seguem a tendência dos valores descritos para K, Ca e Mg, no qual, em ambos os casos, possuem maiores valores para a área mais argilosa que as demais. À medida que se reduziu a saturação por bases, o pH também diminuiu. A acentuada redução em bases trocáveis pode estar associada à redução da matéria orgânica e à remoção de cátions, principalmente ao  $Ca^{2+}$  e o  $Mg^{2+}$ .

Considerando a Tabela 1, os dados referentes ao atributo P não houve diferença significativa em nenhum dos ambientes estudados, indicando a homogeneidade entre as áreas, bem como a ausência de modificações desse atributo com o manejo ou uso do solo.

Os teores de S, foram significativamente maiores na área 4 pois, em solos arenosos possui maior movimentação do  $SO_4^{2-}$  e pode ser perdido por percolação. Além disso, estes solos possuem baixos teores de matéria orgânica, conseqüentemente, menores reservas de S orgânico. VASCONCELOS et al., (2011), observou este mesmo comportamento no solo em seu estudo. Entretanto, segundo ALVAREZ V. et al., (2007), condições que favoreçam na movimentação do S no perfil aumentam a disponibilidade deste nutriente em profundidade, podendo resultar em maior perda de  $SO_4^{2-}$  por lixiviação.

No solo, o boro é geralmente encontrado em maior quantidade na matéria orgânica, o que sugere a sua maior probabilidade de escassez em solos arenosos, o que sugere a sua maior probabilidade de escassez em solos arenosos, podendo ser facilmente lixiviado (LIMA et al., 2007). Assim, os maiores teores de B, foram encontrados na área 1 em ambas as profundidades avaliadas neste estudo, área onde se encontra os maiores teores de argila, logo, maior quantidade de MO.

Os teores de Cu foram estatisticamente maiores na área 1, devido solos

argilosos possuir menor probabilidade de deficiência deste micronutriente, quando comparados com solos arenosos, que podem tornar-se deficientes em Cu em decorrência de perdas de lixiviação (RAIJ,2011).

O Fe apresentou maior valor significativo para a área 3 em ambas as profundidades analisadas. Tais resultados estão de acordo com FRANZLUEBBERS & HANS (1996), que concluíram que as maiores concentrações de ferro, é devido ao antagonismo entre as baixas concentrações de manganês, zinco e cobre com o ferro.

Os maiores teores de Mn na área argilosa, provavelmente, são decorrentes dos elevados teores de M.O encontrado no solo, uma vez que esta é uma das principais fontes destes nutrientes no solo (RAIJ, 2011).

A presença de maiores teores de Zn nas profundidades de 0,0-0,10 e de 0,10-0,20 m na Área 1 é devido seu teor ser ligeiramente maior em sedimentos argilosos e bem menor em arenitos (RAIJ,2011).

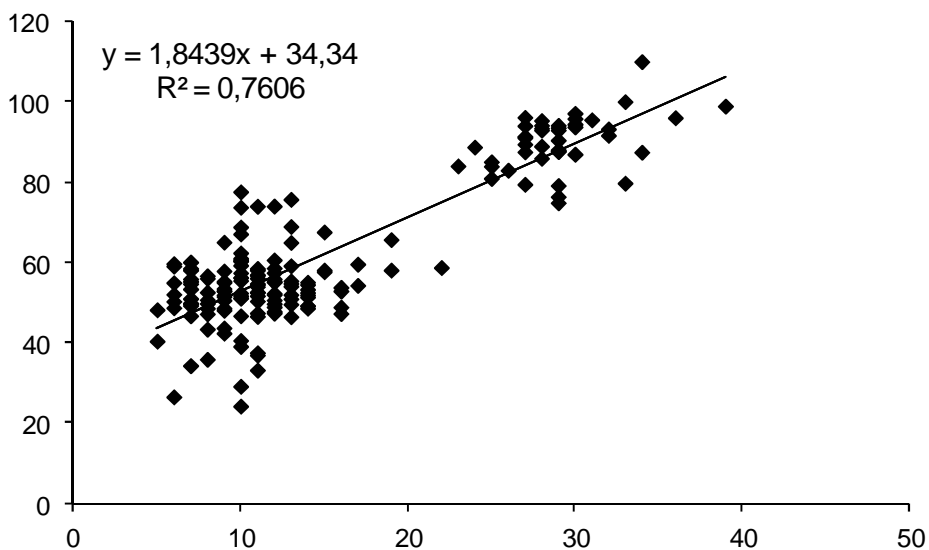
A Ds foi maior na área 4 em comparação com as demais em ambas as profundidades analisadas (Tabela 2 e Figura 4A). Solos com menores teores de argila apresentam maior valor de densidade devido ao maior peso específico das partículas de quartzo que compoe a fração areia e ao menor teor de matéria orgânica, comumente verificada nestes solos (AGUIAR, 2008).

Os maiores valores de microporos em solos argilosos é devido esses solos possuírem microagregados pela partícula de argila, o que lhe confere uma maior microporosidade, fato este oposto, quando encontrados em solos arenosos, quando por possuírem partículas maiores, apresentam espaço poroso constituído por poros de maior diâmetro (macroporos), tendo assim, uma menor quantidade de poros totais encontrados nestes solos (KLEIN, 2002). ARAÚJO et al., (2004), salientam que a microporosidade do solo é fortemente influenciada pela textura e pelo teor de carbono orgânico. Assim, em solos arenosos há predominância de macroporos, enquanto que em solos argilosos a tendência é predominar microporos como observado neste trabalho. Logo, maiores teores de macroporosidade encontrado na área 4, é devido solos arenosos possuírem partículas maiores, apresenta espaço poroso constituído por poros de maior diâmetro (macroporos), tendo assim, uma menor quantidade de poros totais encontrados nestes solos (KLEIN, 2002).

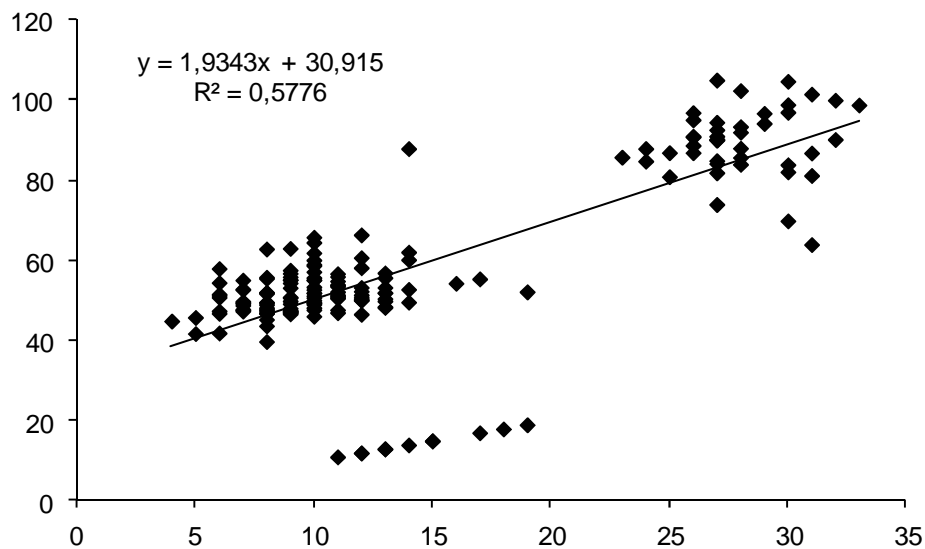
A porosidade total do solo foi significativamente maior no solo mais argiloso, pois segundo a porosidade do solo é dependente da textura, do grau de compactação do solo e do teor de matéria orgânica. Assim, solos arenosos, compactados ou pobres em matéria orgânica apresentam menor porosidade total. Em geral solos arenosos apresentam porosidade total de 35 a 50%, predominando macroporos, já os solos argilosos apresentam porosidade total de 40 a 60% tendo predomínio de microporos (AMARO FILHO et al., 2008). Assim, os solos de textura fina possuem, via de regra, maior capacidade de retenção e disponibilidade de água para as culturas que os de textura grosseira.

Houve correlação significativa entre a CTC e o teor de matéria orgânica (Figura 2 e 3), mostrando que parte da variação da CTC é devida à variação no teor de matéria orgânica do solo entre as áreas avaliadas, nas duas profundidades estudadas. CANELLAS et al., (2003), trabalhando com solos sob diferentes manejos, encontraram correlação entre CTC total e o teor de matéria orgânica do solo com  $R^2 = 80$  \*\*. PORTUGAL et al. (2010) estudando com propriedades físicas e químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas agrícolas, também encontraram valores de  $R^2 = 77$  \*\*; semelhante ao encontrado neste trabalho ( $R^2 = 76$ , na

profundidade de 0,0-0,10 m e  $R^2 = 57$ , na profundidade de 0,10-0,20 m); esses autores nos dois trabalhos, também encontram maiores valores de CTC nos manejos que mantiveram e, ou, aumentaram o teor de matéria orgânica do solo .



**Figura 2.** . Correlação entre os teores de matéria orgânica (MO) e a capacidade de troca catiônica (CTC) para as diferentes texturas do solo na profundidade de 0,0-0,10 m.



**Figura 3.** Correlação entre os teores de matéria orgânica do solo (MO) e a capacidade de troca catiônica (CTC) para as diferentes texturas do solo na profundidade de 0,10-0,20 m.

A contribuição da matéria orgânica para a CTC dos solos é importante e foi estimada entre 56 e 82 % da CTC de solos sob condições tropicais (RAIJ, 2011), o que favorece a retenção de cátions e diminui as perdas por lixiviação (RANGEL & SILVA, 2007; CARNEIRO et al., 2009; PORTUGAL, et al., 2012). Esses resultados

evidenciam que a textura do solo do solo, ou seja, que solos argilosos possuem maiores teores de matéria orgânica do solo, e resultaram em melhora na CTC do solo, contribuindo para melhora química e física do Latossolo sob este sistema.

A análise dos parâmetros físicos e químicos são relevantes, embora devamos considerar o solo do ponto de vista qualitativo e quantitativo. Qualitativamente, os principais parâmetros a serem considerados são MO, CTC e densidade do solo, que definem o potencial de produtividade. A MO, por estar relacionada com os aspectos químicos, físicos e microbiológicos do solo, a CTC por definir a retenção de nutrientes, e a densidade por estar relacionada com a retenção de água, uma vez que interfere com a porosidade do solo. Por outro lado, quantitativamente foi levado em conta o suprimento de nutrientes, que pode ser manejado imediatamente para a solução de uma possível deficiência. Dessa forma, as maiores atenções devem estar voltadas para os parâmetros quantitativos do solo.

## CONCLUSÕES

1. A principal diferença dos atributos físicos e químicos dos solos nas áreas estudadas deve-se as diferentes texturas do solo;
2. Solos com elevados teores de argila possuem maior fertilidade do solo, maior teores de matéria orgânica e de capacidade de troca de cátions.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. 79 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

ALVAREZ V., V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R.F; ALVAREZ V., V. H; BARROS, N. F. de, FONTES, R. L. F; CANTARUTTI, R.B NEVES, J. C. L.(Org.). **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, v. 1, p. 595-644.

AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MOTA, J. C. A. **Física do Solo: Conceitos e Aplicações**. 1.ed. Fortaleza: UFC, 2008. 290p.

ARAÚJO, A. E.; SILVA, C. A. D.; AZEVEDO, D. M. P. de; FREIRE, E. C.; RAMALHO, F. S.; ANDRADE, F. P.; FERREIRA, G. B., SANTANA, J. C. F.; AMARAL, J. A. B./ MEDEIROS, J. C.; BEZERRA, J. R. C.; PEREIRA, J. R.; SILVA, K. L.; SILVA, L. C.; BARROS, M. A. L.; CARVALHO, M. C. S.; LUZ, M. J. S; BELTRÃO, N. E. de M.; SUASSUNA, N. D.; FERREIRA, P. F; SANTOS, R. F, FONSÊCA, R. G. Cultivo do algodão irrigado. **Sistemas de Produção**, 3 jan. 2003.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.337-345, 2004.

BAYER, C; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.1, p.105-112, 1997.

BURLE, M. L.; MIELNICZUK, J; FOCCHI, S. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant Soil**, v.190, n.2, p.309-316. 1997.

CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.;RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhiço e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p.935-944, 2003.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F., PEREIRA, H.S; AZEVEDO, W.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.1, p.147-157, 2009.

DA-SILVA, V.L; DIECKOW, J; MELLEK, J.E; MOLIN, R; FAVARETTO, N;PAULETTI, V; VEZZANI, F.M. Melhoria da estrutura de um latossolo por sistemas de culturas em plantio direto nos Campos Gerais do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.3, p. 983-992,2012.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília. 2006. 354p.

FRANCHINI, J.C.; MIYASAWA, M.; PAVAN, M.A; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.12, p. 2267-2276, 1999.

FRANZLUEBBERS, S; F. M. HONS. Soil – profile distribution of primary and secondary plant available nutrients under conventional and no tillage. **Soil & Tillage Research**, v.39, n.3-4, p.229-39. 1996.

GÓES, G. B. de. **Adubação do girassol com torta de mamona da produção de biodiesel direto da semente**. 63f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, RN. 2010

GRIGOLON, G. B. **Curvas de retenção de água no solo determinada a partir de um número mínimo de pares de umidades e tensão na câmara de Richards**. 82f. 2013. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, SP. 2013.

KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p.1550-1556, 2010.

KLEIN, V.A. Densidade relativa – um indicador de qualidade física do solo. In: **Reunião de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, 14. Cuiabá. Resumo expandido. Cuiabá: SBCS, 2002. (CD ROM).

KOFFLER, N. F.; DONZELI, P. L. Avaliação dos solos brasileiros para cultura da cana-de-açúcar. In: Paranhos, S. B. (coord.) **Cana-de-açúcar. Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 19-41.

LIMA, J. C. P. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; LIMA, J. G. C.; LIRA-JUNIOR, M. A. Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco determinados em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.1, p.73–79, 2007.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In.: NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, UFV, 2007. p. 1-63.

MACEDO V.R.M; SILVA A.J.N ; CABEDA M.S.V. Influência de tensões compressivas na pressão de pré-compactação e no índice de compressão do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.856-862, 2010.

MINITAB RELEASE 14.1, **Statistical Software**. US/Canadá. 2000.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, n.3, p.411-416, 1993.

PORTUGAL, A. F.; FONTES, L.E.F. ; LANI, J. L.; SCHAEFER, C.E.R.G.. Condição química, carbono e nitrogênio do solo e seus compartimentos em ecossistemas de floresta após a implantação de pastagens na região ocidental do Acre. In: Edson Alves de Araújo; João Luiz Lani. (Org.). **Uso sustentável de ecossistemas de pastagens cultivadas**. Uso sustentável de ecossistemas de pastagens cultivadas. Rio Branco: SEMA, 2012, v., p. 87-99.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.; DEL'ARCO VINHAS; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34,n.2, p.575-585, 2010.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.; DEL'ARCO VINHAS; COSTA, L.M; SANTOS, B.C.M dos. Atributos químicos e físicos de um cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.1,p. 249-258, 2008.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 2011. 420 p.

RANGEL, O. J.P; SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas

de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31,n.10,p.1609-1623, 2007.

SANCHEZ, E. **Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno**. 48f. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava, PR. 2012.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 991p.

VASCONCELOS, A. C. P.; SILVA, T. S.; CUNHA, J. L.; SILVA, A. A. Teores de líquido de suínos. In: II International Symposium On Agricultural And Agroindustrial Waste Management. Foz do Iguaçu. **Anais**. Brazilian Society of Agricultural and Agroindustrial Waste Management. 2011 p.1-4.

VEZZANI, F.M; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.1, p.213-223, 2011.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p.2297-2305, 2008.