



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

JOSÉ ALBERTO FERREIRA CARDOSO

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO SOB MANGUEIRA
IRRIGADA E CAATINGA NATIVA NA REGIÃO DO
VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

**JUAZEIRO – BA
2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

JOSÉ ALBERTO FERREIRA CARDOSO

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO SOB MANGUEIRA
IRRIGADA E CAATINGA NATIVA NA REGIÃO DO
VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro - BA, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Professor Orientador: Augusto Miguel Nascimento Lima/UNIVASF

Co-orientador: Tony Jarbas Ferreira
Cunha/Embrapa Semiárido

**JUAZEIRO – BA
2014**

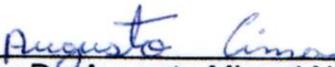
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSÉ ALBERTO FERREIRA CARDOSO

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO E MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO SOB MANGUEIRA
IRRIGADA E CAATINGA NATIVA NA REGIÃO DO
VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



Professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF



Pesquisador Dr. Tony Jarbas Ferreira Cunha
Embrapa Semiárido - CPATSA



Professor Dr. Marcos Sales Rodrigues
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF

Juazeiro, 27 de fevereiro de 2014

A minha mãe, Maria Lúcia, pelo amor,
dedicação, compreensão e confiança. Por
acreditar e contribuir em minhas conquistas.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido a vida, nunca ter me abandonado nos momentos difíceis, me dando força e coragem para superar as dificuldades, iluminando meus caminhos para que eu pudesse alcançar meus objetivos de forma digna e honesta.

À minha mãe, Maria Lúcia, pelo exemplo de garra e determinação, por ensinar-me o sentido da família, do amor e da importância que a educação tem em nossas vidas.

Aos meus irmãos, Allan, Allamana e Allamanara, por acreditarem no meu trabalho e na minha capacidade de vencer.

As minhas sobrinhas, Luíza e Alícia, por serem fonte de alegria e de luz na minha vida.

A todos os familiares que sempre me apoiaram e me incentivaram.

À Amanda Leal, pela compreensão, carinho, amor e apoio na etapa de escrita desse trabalho, sendo imprescindível seu apoio para efetivação desta etapa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco, pela estrutura e a oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

À Embrapa Semiárido por ter disponibilizado seus laboratórios para a realização das análises e por todo o apoio logístico.

À Embrapa Solos, pela oportunidade de participar do projeto de onde pude tirar minha dissertação.

À CAPES pela concessão da bolsa.

Ao professor Augusto Lima, meus sinceros agradecimentos pela orientação, ensinamentos, amizade e paciência durante todo o trabalho. Muito Obrigado, por todos os momentos em que se colocou à disposição, fossem problemas com a pesquisa ou não.

Ao Dr. Tony Jarbas pela ajuda, pelos ensinamentos, amizade e co-orientação durante todo o trabalho.

Ao Professor Marcos Sales pelas sugestões apresentadas para a melhoria do presente trabalho.

Aos pesquisadores da Embrapa que fazem parte do projeto “Fragissolos”, Luiz Carlos Hernani, Andre Amaral, Aldoildo, entre outros.

Aos docentes do Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pelos ensinamentos ministrados e por sempre se colocarem a disposição para ajudar no que fosse possível.

Aos discentes do Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pelo companheirismo e colaboração na minha formação; aos funcionários pelo convívio gratificante.

Aos alunos de Iniciação Científica do CEAGRO: Elder, Hernani e Joaquim pela ajuda nas análises químicas.

A todas as amigas que fiz em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, em especial a Danillo Olegário, Flavia Santana, Daniela Siqueira, Sálvio Arcoverde, Daniel Costa, Vanessa Souza, Hideo Nagahama, Russaika Nascimento, Fabio Pereira, Luciana Martins, Carolina Rodrigues, Jailza Siqueira, Renato Figueiredo, Fátima Souza, Elder Barbosa e Roberto Lustosa.

A todos os funcionários do Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido pelo apoio nas análises.

A todos os que direta e indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

CARDOSO, J.A.F. **Atributos químicos e físicos do solo e matéria orgânica do solo sob mangueira Irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco**. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA.

RESUMO

A crescente utilização das terras, sem levar em consideração suas potencialidades e limitações, acarreta em degradação do solo. O uso inadequado das terras pode ocasionar a degradação e esgotamento dos recursos naturais existentes, além da queda significativa da produção agrícola devido à diminuição da qualidade física e química do solo. Após a remoção da vegetação natural, para dar lugar a cultivos subseqüentes que muitas vezes são manejados de forma inadequada, resulta na remoção dos nutrientes e de resíduos orgânicos, inviabilizando a produção agrícola, caracterizando-se assim um estágio avançado da degradação. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os atributos químicos e físicos do solo e matéria orgânica do solo sob mangueira irrigada em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco. O estudo foi realizado na Fazenda Boa Esperança localizada em Petrolina-PE. Nas áreas sob mangueira irrigada e caatinga nativa foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Assim, foram determinados os teores de macronutrientes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P), micronutrientes (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+}), Na, condutividade elétrica (CE), pH (H_2O), acidez trocável (Al^{3+}) e acidez potencial (H+Al). Quanto às análises físicas foram determinados textura, densidade do solo, densidade das partículas e porosidade total. Foram determinados também os estoques de carbono orgânico total (COT), carbono das substâncias húmicas (fração ácidos fúlvicos, fração ácidos húmicos e fração humina), matéria orgânica leve e carbono da fração pesada. O cultivo da mangueira irrigada resultou no aumento dos teores de macro e micronutrientes, assim como também aumentos nos estoques de COT e C nas frações húmicas da matéria orgânica do solo quando comparado à caatinga nativa. Já para as características físicas estudadas não se observou diferença quando se comparou o cultivo da mangueira irrigada com caatinga nativa, caracterizando-se indicadores poucos sensíveis à mudança de uso do solo.

Palavras-chaves: Nutrientes, carbono orgânico, qualidade do solo, *Mangifera indica* L.

CARDOSO, J.A.F. **Soil Chemical and physical attributes and soil organic matter under irrigated mango and native caatinga in the Lower Basin region of the São Francisco Valley.** 2014. 77f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering), Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA.

ABSTRACT

The increasing of land use, regardless its potential and limitation, leads to soil degradation. Improper land use can lead to degradation and depletion of natural resources, in addition to the significant drop in agricultural production due to decreased chemical and physical soil quality. After the removal of natural vegetation to cultivate subsequent crops that are often handled improperly, results in the nutrients removal and organic waste, preventing agricultural production, thus characterizing an advanced stage of degradation. Thus, the present study aimed to evaluate the chemical and physical soil attributes and soil organic matter under irrigated mango in relation to the native caatinga in the Lower Basin region of the São Francisco Valley. The study was carried out at Boa Esperança Farm located in Petrolina, Pernambuco, Brazil. In areas under irrigated mango and native caatinga soil samples at 0-10 and 10-20 cm were collected. It was determined the levels of macronutrients (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K+, P), micronutrients (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+}), Na, electrical conductivity (EC), pH (H_2O), exchangeable acidity (Al^{3+}) and potential acidity (H+Al). It was determined also soil texture, bulk density, particle density and soil porosity. The total organic carbon (TOC) stocks, carbon of humic substances (fulvic acid fraction, humic acid fraction and humin fraction), weight of light fraction and carbon of heavy fraction were also determined. The accumulation of soil macro and micronutrients under cultivated mango was observed, as well as, increases in the TOC stocks and organic carbon in humic fractions of soil organic matter when compared with the native savanna. On other hand, the physical attributes did not differentiated when compared irrigated mango with native caatinga, characterizing a few sensitive indicators of land use changes.

Keywords: Nutrients, organic carbon, soil quality, *Mangifera indica* L.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3. OBJETIVO GERAL.....	22
3.1. Objetivos específicos.....	22
4. LITERATURA CITADA.....	23
5. CAPITULO 1 – Atributos químicos e físicos de um Neossolo Quartzarênico sob cultivo de mangueira irrigada na região do Vale do Submédio São Francisco.....	28
5.1. RESUMO.....	28
5.2. ABSTRACT.....	29
5.3. INTRODUÇÃO.....	30
5.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	33
5.6. CONCLUSÕES.....	45
5.7. LITERATURA CITADA.....	46
6. CAPITULO 2 - Frações da matéria orgânica em um Neossolo Quartzarênico sob cultivo de mangueira irrigada no Vale do Submédio São Francisco.....	51
6.1. RESUMO.....	51
6.2. ABSTRACT.....	52
6.3. INTRODUÇÃO.....	53
6.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	54
6.5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	58
6.5.1. Estoques de Carbono Orgânico Total.....	58
6.5.2. Estoques de Carbono nas Substâncias Húmicas.....	59
6.5.3. Fração leve e carbono orgânico na fração pesada da matéria orgânica do solo.....	67
6.6. CONCLUSÕES.....	69
6.7. LITERATURA CITADA.....	70
7. CONCLUSÕES GERAIS.....	77

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, depois da China e da Índia, é o maior produtor de frutas do mundo. Por outro lado, a Europa é o maior consumidor das frutas brasileiras (70% das exportações), como também responde por mais de 90% das exportações nacionais de manga (RIBEIRO et al., 2010). Estimativas indicam que o Brasil apresenta uma produção aproximada de 1,19 milhões de toneladas de manga em uma área cultivada de 75,1 mil hectares, principalmente com a variedade Tommy Atkins, com produção média de 15,8 t/ha. A venda externa passou de 124,7 mil toneladas e US\$ 119,9 milhões, em 2010, para 126,4 mil toneladas e US\$ 140,9 milhões em 2011. O Vale do São Francisco responde por cerca de 80% das exportações nacionais de manga e tem área plantada de 39 mil ha com mangueiras, sendo 28 mil ha na Bahia e 11 mil ha em Pernambuco (KIST, 2012).

O Pólo de Desenvolvimento Petrolina-Juazeiro é uma bem sucedida política pública para o desenvolvimento do Semiárido Nordestino, fundamentado na agricultura irrigada. Ele foi capaz de dinamizar esta região do país, interiorizando o desenvolvimento socioeconômico numa ampla área voltada para a agricultura moderna. Suas condições naturais são adequadas para o desenvolvimento da fruticultura irrigada utilizando água do Rio São Francisco, disponível em grande quantidade e de ótima qualidade. O PIB do agronegócio deste pólo vem obtendo destaque no cenário nacional devido, principalmente, a produção de frutas, especialmente uva e manga. Em 2011, Petrolina teve o terceiro melhor desempenho no PIB agrícola nacional, com R\$ 658,796 milhões. Neste mesmo ano, Juazeiro (59º lugar) produziu R\$ 200,937 milhões (IBRAF, 2013).

No Brasil vem sendo observado acelerada mudança do tipo de uso da terra, áreas onde antes existia vegetação nativa estão sendo cada vez mais substituídas por diferentes tipos de uso, tais como pastagens, culturas anuais e perenes. Com a mudança na utilização do solo ocorre o desequilíbrio nos ecossistemas, pois a depender das técnicas de manejo utilizadas as propriedades físicas, químicas e biológicas sofrerão influências de forma a acarretar modificações que poderão, em muitos casos, inviabilizar a sua utilização agrícola (SANTOS, 2007).

As modificações provenientes das mudanças de uso do solo são influenciadas pelo tipo de solo, espécies vegetais da área, tipo de manejo aplicado, tempo e intensidade de utilização para fins agrícola (CARNEIRO et al., 2009). A remoção da cobertura vegetal e a implantação de atividades agrícolas, devido às ações que envolvem as diferentes formas de uso e manejo do solo, provocam alterações nas propriedades físicas e químicas do solo (COSTA et al., 2008).

Na agricultura convencional, devido à necessidade de produzir mais em menos tempo, é comum o uso de insumos e técnicas voltadas para o aumento da produção, afetando muitas vezes, negativamente o meio ambiente. De acordo com Malavolta et al. (2000), a agricultura convencional pode reduzir a fertilidade do solo por várias razões, entre elas, a maior vulnerabilidade das áreas cultivadas à erosão, se comparadas às áreas não cultivadas; e a exportação pela colheita de parte considerável dos nutrientes, que é retirada de forma definitiva do campo.

A desestruturação e compactação do solo estão entre os fatores que mais limitam a produção agrícola, e normalmente é causada por aplicação excessiva de pressões sobre o solo, sendo influenciada pela textura, ciclos de umedecimento e secagem e densidade do solo (CARNEIRO et al., 2009). A estrutura do solo tem grande influência nos ciclos do carbono (C) e de nutrientes, na erodibilidade do solo, na capacidade de armazenamento e drenagem da água da chuva e/ou irrigação, na aeração e na penetração das raízes, que são fatores determinantes para o crescimento das plantas.

A matéria orgânica é o componente que está mais diretamente relacionado com a qualidade do solo (MACHADO, 2005). A variação no acúmulo de matéria orgânica do solo (MOS) pode ser usado como um indicador de qualidade, em virtude da sua sensibilidade ao sistema de manejo adotado e por se correlacionar com a maioria dos atributos físicos e químicos do solo. O estoque de carbono de um solo é representado pelo balanço dinâmico entre a adição de material vegetal e a perda pela decomposição ou mineralização (MACHADO, 2005).

A MOS é essencial para manter as propriedades físicas, químicas e biológicas, especialmente sob condições tropicais úmidas, onde os solos são pobres em bases, fósforo (P) e nitrogênio (N) e com altos valores de acidez

trocável (NOVAIS e SMITH, 1999). Adicionalmente, a MOS desempenha importante papel no ciclo global de C, devido ser estimada conter mais de quatro vezes o C da biomassa e três vezes o C da atmosfera (LAL, 2004). Considerando que a MOS é formada por diferentes compartimentos com diferentes tempos de ciclagem e, que a MOS recalcitrante é quantitativamente dominante, a direta determinação das perdas e ganhos de MOS pela mudança de uso da terra muitas vezes não é verificado em curto tempo (HAYNES, 1999). Consequentemente, o fracionamento físico e químico da MOS constitui importante estratégia para detectar mudanças nos estoques de C do solo (CHRISTENSEN, 2001).

A degradação do solo pode-se acontecer em função da perda de qualidade química caracterizada pela diminuição dos teores originais de matéria orgânica e de importantes elementos minerais, para valores abaixo dos considerados críticos para produtividade agrícola (QUEIROZ, 2013). A perda da qualidade física pode ser resultante de processos de desagregação, de compactação superficial e subsuperficial do solo (RICHART et al., 2005). A redução da matéria orgânica e nutrientes do solo, proporcionam a deterioração da qualidade biológica do solo com redução da atividade microbiana e da biodiversidade do solo (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007). Esses fatores tornam-se muito mais deletérios em ambientes onde predominam os chamados solos frágeis. Os solos frágeis, como por exemplo, os Neossolos Quartzarênicos são compreendidos como os que estão perdendo aceleradamente o potencial produtivo, ou seja, a capacidade de suprir em nutrientes, água e oxigênio para as plantas, em função da intensidade de uso e manejo aos quais têm sido submetidos (QUEIROZ, 2013).

Curiosamente, a despeito da grande área cultivada com mangueira irrigada na região do Vale do Submédio São Francisco e da sua importância social e econômica, o impacto do cultivo de mangueira nos atributos químicos, físicos e matéria orgânica do solo são pouco conhecidos. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto do cultivo da mangueira irrigada sobre alguns atributos químicos, físicos e matéria orgânica do solo em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Qualidade do Solo

Consciente da importância do solo para a qualidade ambiental, estudos voltados para a preocupação com a degradação dos recursos naturais, a sustentabilidade agrícola e a função desempenhada pelo solo intensificaram-se nas últimas décadas. Doran (1997) propuseram o seguinte conceito à qualidade do solo, sendo ainda utilizado nos dias atuais: “Qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens”. Em outras palavras, é a capacidade de o solo exercer suas funções na natureza (DORAN, 1997), que são: funcionar como meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera; e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (KARLEN et al., 1997). Portanto, qualidade do solo esta relacionada com as funções que capacitam o solo a aceitar, estocar e reciclar água, nutrientes e energia (CARTER, 2001). Nesse contexto, qualidade do solo é a integração das propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, que o habilita a exercer suas funções na plenitude.

Os solos quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, tendem a um novo estado de equilíbrio, refletido em diferentes manifestações de suas propriedades, as quais podem ser desfavoráveis à manutenção da capacidade produtiva. Segundo Spagnollo (2004), mudanças no tipo de uso da terra, podem diminuir a qualidade do solo, principalmente o cultivo em áreas anteriormente ocupadas por vegetação nativa.

A maioria do pensamento em relação à qualidade do solo esta centrada na identificação de características capazes de servir como indicador de qualidade do solo. Pesquisadores, agricultores e instituições governamentais têm interesse em obter indicadores de qualidade do solo para avaliar terras, em relação à degradação, estimar necessidades de pesquisa e de financiamentos

e julgar pratica de manejo, a fim de monitorar mudanças nas propriedades e nos processos do solo, na sustentabilidade e na qualidade ambiental, que ocorram no tempo, em resposta ao uso da terra e as praticas de manejo (KARLEN et al., 2001).

A qualidade química do solo é um dos fatores mais rapidamente afetado pelos processos de degradação. Spagnollo (2004) em seu trabalho afirma que mudança no uso da terra diminui a qualidade do solo, principalmente o cultivo em áreas anteriormente ocupadas por vegetação nativa. O pH, capacidade de troca catiônica (CTC), condutividade elétrica do solo (CE), teores de macro e micronutrientes, e os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) estão entre as propriedades químicas do solo que são influenciadas pelo tipo de uso da terra e utilizadas como indicadores de qualidade do solo (GOMES e FILIZOLA, 2006). Trabalhando com a cultura da cana-de-açúcar em Nova Guiné, Hartemink (1998) observou que o uso do solo durante 17 anos com culturas anuais resultou em alterações nas propriedades químicas e físicas do solo, indicando um sistema insustentável ao longo do tempo. As principais alterações foram diminuições nos teores de MOS, fósforo, potássio, CTC e aumento na densidade do solo, quando comparado à vegetação natural.

Avaliando os atributos químicos de um Argissolo Vermelho em pomar orgânico de citros com manejo da vegetação nas entrelinhas no Rio Grande do Sul, Muller et al. (2011) observaram incremento nos teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e matéria orgânica do solo na camada de 0-40 cm em relação a área adjacente com vegetação nativa. A aplicação de compostos orgânicos de características alcalinas contribuiu para elevar o pH, teor de MOS e de nutrientes no solo sob cultivo orgânico. Os valores de MOS são responsáveis, em grande parte, pelo aumento nos valores de CTC e disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Em estudo realizado na Zona da Mata Mineira avaliando as propriedades químicas do solo sob laranja, cana-de-açúcar, pastagem e mata nativa, Portugal et al. (2010) observaram que os sistemas agrícolas com laranjeira e canavial melhoraram a condição química do solo, aumentando os teores de nutrientes e diminuindo o Al³⁺ do complexo de troca, porém apresentaram redução dos teores de MOS. Por outro lado, o sistema com pastagem apresentou baixa fertilidade e caráter distrófico e redução acentuada do teor de MOS. Os valores de H + Al na área de laranjeiras foram maiores

entre os usos agrícolas na camada de 0-40 cm de profundidade, o que não aconteceu com o Al^{3+} , indicando que a diferença na acidez potencial nesse ambiente deve-se ao maior valor de H^+ . Isso se explica pelo maior teor de matéria orgânica observado na laranjeira, já que a matéria orgânica do solo 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) (SOUSA et al., 2007). Os teores de P disponível foram maiores também nas áreas com laranjeira e canavial, enquanto a mata e a pastagem apresentaram os menores valores. Os maiores valores de P disponível nos solos com laranjeira e canavial justificam-se pelo uso de adubações fosfatadas nesses sistemas agrícolas, em que há uma agricultura mais tecnificada, com uso de insumos. Além disso, os maiores valores de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e os menores de Al^{3+} na laranjeira e cana devem-se ao maior nível tecnológico adotado, com realização de correções químicas do solo nesses ambientes, repondo os nutrientes exportados pela produção e, ou, perdidos pela erosão e lixiviação.

Avaliando os atributos químicos e físicos de um Cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata Mineira, Portugal et al. (2008) observaram que o solo, em todos os usos, apresentou baixa fertilidade e caráter Distrófico, com Al^{3+} dominando o complexo de troca, com exceção do solo sob cana, que apresentou fertilidade média e teores negligenciáveis de Al^{3+} trocável no complexo de troca. Apesar de os valores de pH do solo na área de laranja estarem próximos aos da área de mata nativa, observou-se que os teores de Ca^{2+} são mais elevados, principalmente na superfície, o que é devido a realização da calagem nessa área. Os baixos valores de nutrientes (P, K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) no solo cultivado com laranja devem-se à grande exportação pelos frutos e à facilidade de saída do sistema por arraste, devido ao declive do terreno. Os teores de matéria orgânica do solo (MOS) foram classificados como médios em todos os solos, mas pode-se notar que os diferentes tipos de uso reduziram os teores de MOS. A dinâmica da MOS em sistemas agrícola 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 MOS. Na área sob cana, mesmo o solo apresentando

elevados teores de argila, que proporcionam maior proteção coloidal e dificultam a degradação do material orgânico, houve menores teores de MOS. Isto se deve ao recente revolvimento do solo sob cana, evidenciando o efeito do preparo do solo na aceleração da mineralização da MOS.

Do ponto de vista das atividades agrícolas, as propriedades físicas do solo são de grande importância por estabelecerem relações fundamentais com os processos hidrológicos, tais como variação da taxa de infiltração, escoamento superficial, drenagem e erosão. Possuem também função essencial no suprimento e armazenamento de água, de nutrientes e de oxigênio no solo. A textura, estrutura, densidade do solo, resistência à penetração, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível e percolação da água estão entre os atributos físicos do solo utilizados como indicadores de qualidade do solo e que influenciam a produtividade das culturas (GOMES e FILIZOLA, 2006).

O preparo do solo tem promovido grandes mudanças nas propriedades físicas do solo (CASTRO FILHO et al., 1998), o que afeta diretamente a porosidade e densidade do solo, sendo essas duas características utilizadas para avaliar alterações na qualidade física do solo (ARSHAD et al., 1996), e estudo realizado no município de Guariba-SP com preparo convencional no cultivo de cana-de-açúcar sob Latossolo Vermelho Eutroférico, Souza et al. (2004) verificaram aumento na compactação do solo na camada de 20-40 cm, refletindo a influência do manejo da cultura da cana-de-açúcar que recebe um tráfego excessivo de máquinas pesadas e queima para o corte, reduzindo significativamente os resíduos orgânicos na superfície do solo.

O aumento na resistência do solo à penetração é uma das propriedades físicas do solo diretamente relacionado com o crescimento das plantas (LETEY, 1985). A infiltração de água no solo é influenciada pela condutividade hidráulica e características da camada superficial do solo, sendo afetada também pela presença de camadas de baixa permeabilidade (BERNARDO, 2002). Sà e Santos Junior (2005) afirmam que o crescimento vegetal é diretamente afetado pela resistência mecânica que o solo oferece ao crescimento de raízes. Avaliando o efeito da compactação em Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVd), textura argilosa; Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), textura média; e um Neossolo Quartzarênico (RQ), textura

arenosa, no crescimento de milho, Santos et al. (2005) observaram que o aumento da compactação do solo resultou em decréscimo da produção de matéria seca da parte aérea e do teor de fósforo na parte aérea do milho. O aumento da compactação resulta em decréscimo no crescimento radicular da planta reduzindo a absorção de nutrientes. Maior compactação do solo diminui o fluxo difusivo de P no solo resultando em decréscimo da absorção deste nutriente (NOVAIS e SMITH, 1999). Em experimento realizado em Cuiabá-MT em Latossolo Vermelho Amarelo avaliando quatro níveis de densidade do solo: 1,0; 1,2; 1,4 e 1,6 Mg m⁻³ e duas gramíneas forrageiras: capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) e capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), Cabral et al. (2012) observaram decréscimo na absorção de nitrogênio, fósforo e potássio pelo aumento da densidade do solo, resultando em diminuição da produtividade.

Avaliando o efeito do cultivo de cana-de-açúcar nas propriedades físicas do solo em Rolândia-PR, Baquero et al. (2012) observaram que o cultivo da cana-de-açúcar resultou em aumento na resistência a penetração das raízes, densidade e redução na porosidade do solo quando comparado à vegetação nativa. Estas alterações resultaram no comprometimento do desenvolvimento do sistema radicular das plantas. O valor de densidade do solo é afetado pela quantidade de resíduo orgânico na superfície do solo, MOS e manejo do solo (SILVA et al., 2006). O aumento da densidade do solo sob cultivo agrícola mostra quão prejudicial é a desagregação do solo pelo uso de implementos agrícolas aumentando a densidade do solo. O aumento na densidade do solo seguido pelo aumento da resistência a penetração pelos implementos agrícolas causou considerável redução na macroporosidade do solo, provavelmente pelo efeito do preparo do solo no decréscimo dos macroporos e redução do conteúdo da MOS (TAVARES FILHO et al., 2010). A macroporosidade é diretamente resultante da organização das partículas do solo e representa um dos melhores parâmetros para detectar a degradação da estrutura do solo pelo manejo afetando a difusão de oxigênio, drenagem da água e desenvolvimento do sistema radicular das plantas no perfil do solo (BAQUERO et al., 2012). Elevados valores de densidade do solo e reduzidos valores de macroporosidade podem estar associados ao uso de capinas, que deixam o solo descoberto e favorecem a desagregação da estrutura do solo, por

impactos diretos das gotas de chuva, favorecendo a dispersão das partículas que são arrastadas para o interior dos poros, causando aumento na densidade e redução na porosidade total do solo.

Avaliando o efeito de diferentes usos agrícolas (ciclo curto, fruticultura, pastagem, área descartadas e vegetação nativa) nas propriedades físicas de solos de um perímetro irrigado do semiárido no nordeste do Brasil, Corrêa et al. (2010) observaram que os valores de porosidade total foram maiores na superfície que em subsuperfície no solo sob vegetação de ciclo curto, fruticultura, pastagem e área descartada, resultado provavelmente pela prática de aração e gradagem e pelo maior acúmulo de MOS. Foi observado também que os valores de argila dispersa em água (ADA) aumentaram em profundidade, sobretudo na área de descarte, o que pode ser indicativo de um processo de migração de colóides no perfil do solo, passível de acarretar a formação de camadas de impedimento. O cultivo de ciclo curto e área de descarte apresentaram valores superiores de ADA nas três camadas avaliadas em relação à vegetação nativa devido, possivelmente, ao efeito do revolvimento do solo propiciando a destruição da estrutura do solo e a dispersão dos colóides. Além disso, a fruticultura e pastagem apresentaram melhor qualidade física na camada de 0-10 cm, entre os diferentes usos. Possivelmente, a menor movimentação do solo pelo manejo permitiu uma agregação maior das partículas do solo, o que foi verificado pelo maior valor de grau de floculação observado por esses usos.

Matéria Orgânica do Solo

O aumento no CO₂ atmosférico nas últimas décadas é um acontecimento de consenso. Esse incremento se deve, principalmente, à emissão de cerca de 6,5 Gt ano⁻¹ pela queima de combustíveis fósseis e atividade industrial, e outros 1,6 Gt ano⁻¹ devido ao desmatamento. Embora as emissões de CO₂ por atividades industriais brasileiras sejam pequenas, quando comparadas com aquelas de países mais desenvolvidos, as emissões de CO₂ devido à exploração da terra são substanciais. Em estudo recente, foi estimado que, devido ao uso e mudanças de uso da terra, as emissões anuais de CO₂

pelos solos no Brasil são da ordem de 45.396 Gg ano⁻¹ (BERNOUX et al., 2001).

A matéria orgânica do solo (MOS) é de suma importância para o ciclo de C, pois ela representa cerca de duas vezes os estoques de C da biomassa vegetal e da atmosfera (SWIFT, 2001). Além disso, a MOS e seus diferentes compartimentos contribui para melhorar a qualidade do solo, fornecendo nutrientes para as plantas, estruturando o solo e controlando o fluxo de água e de gases entre a superfície da terra e a atmosfera (GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Em cultivos de ciclo mais longo, como é o caso da mangueira, a MOS parece estar estreitamente relacionada com a sustentabilidade da produção no longo prazo (MENDHAM et al., 2004).

A alteração de ambientes naturais, como o de vegetação nativa, devido ao plantio de culturas agrícolas causa grande impacto na constituição original da MOS. A substituição das florestas naturais por sistemas agrícolas de cultivo podem levar a uma redução no conteúdo de C do solo, primariamente em resposta a aceleração na taxa de decomposição causada pelo cultivo do solo, maior aeração e exposição física da MOS aos microorganismos decompositores (CARNEIRO et al., 2009).

Em estudo realizado no município de Concórdia do Pará-PA sob Latossolo Vermelho Distroférrico em área com mata nativa e quatro sistemas de manejo de culturas (pastagem, agroflorestal, capoeira e mandioca), Silva Junior et al. (2012) observaram que a substituição da vegetação nativa para os diferentes sistemas de uso causou declínio da fertilidade do solo e, principalmente, dos estoques de MOS considerada a principal característica relacionada à fertilidade do solo. A diminuição do aporte de resíduo orgânico no solo foi a principal causa do decréscimo da MOS pela mudança de uso.

Avaliando o efeito do cultivo de fruteiras irrigadas (banana, caju, manga, sapoti, goiaba e graviola) nos estoques de C de um Neossolo Quartzarênico em Paraipaba – CE em relação à Caatinga hiperxerófila, Bernardi et al. (2007) observaram que após seis anos de cultivo de fruteiras, comparado com o solo sob caatinga, os estoques de COT decresceram 12-24% nos solos sob manga, goiaba, caju e banana. O cultivo de sapoti e graviola apresentou decréscimo de 5 e 9% no estoque de COT, respectivamente, quando comparado à caatinga. O cultivo do solo leva a decomposição da matéria orgânica e causa

perdas de carbono orgânico apesar da deposição anual de resíduo orgânico pelo pomar de fruteira.

Considerando o impacto da produção agrícola nas áreas de perímetros irrigados, Dantas et al. (2012) avaliando a qualidade de um Cambissolo Háplico Eutrófico típico sob diferentes usos (banana irrigada, milho irrigado, vegetação nativa) no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi – CE, observaram que o cultivo de banana e milho irrigado resultou em decréscimo de 19 e 40% nos teores de COT, respectivamente, entre 0-5 cm de profundidade. A elevação na atividade microbiana favoreceu a redução do COT no solo quando comparado aos valores obtidos para área com vegetação nativa. A redução do COT com o cultivo teve efeito negativo sobre a qualidade do solo, refletindo na ciclagem de nutrientes, atividade da biota e estabilidade de agregados. O aumento na taxa de decomposição da MOS com a irrigação pode ter favorecido o decréscimo nos valores de COT do solo. Na medida em que houve redução nos valores de COT, também se verificou diminuição na proporção de agregados estáveis > 1,00 mm. A quebra dos macroagregados com o cultivo do solo, especialmente para o cultivo do milho, favoreceu a exposição da matéria orgânica à ação dos microorganismos aumentando sua taxa de decomposição e o declínio no solo.

Considerando que a MOS é formada por diferentes compartimentos com diferentes tempos ciclagem e, que o compartimento mais estável da MOS (substâncias húmicas) são quantitativamente dominantes nas condições tropicais, a direta determinação das perdas e ganhos da MOS pela mudança de uso pode não ser facilmente percebida. Além disso, vários fatores afetam a magnitude e a taxa de mudanças na MOS, incluindo uso da terra, tipo de solo, clima e vegetação anterior (PAUL et al., 2002). Conseqüentemente, o fracionamento da MOS pode ser uma importante ferramenta para detectar mudanças nos estoques de MOS a curto prazo e orientar pesquisas voltadas para o estudo da MOS.

Avaliando os compartimentos da matéria orgânica do solo (COT, C das substâncias húmicas – SH e matéria orgânica leve - MOL) em áreas com diferentes coberturas vegetais (mandioca, banana, capoeira, Mata Atlântica) no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba - SP, Fontana et al. (2011) observaram que os teores de COT foram similares e maiores para as áreas de mata e banana. Tal fato pode estar relacionado ao menor grau de

antropização e maior aporte de resíduos orgânicos nas áreas de floresta e banana. Verificaram-se também maiores teores de MOL nas áreas de capoeira e banana, com média de 6,80 g kg⁻¹. Os maiores teores de MOL encontrados na área de banana, quando comparados à área de floresta são decorrentes da incorporação dos restos culturais da cultura (folhas e pseudocaule) e do material roçado da própria área, atrelado ao aporte de material vegetal das espécies herbáceas. Para as substâncias húmicas, o C da fração humina (C-HUM) predominou e apresentou pequena variação entre as coberturas, seguido pelo C da fração ácido fúlvico (C-FAF), o qual foi menor nas áreas de banana e mandioca. Os valores de C da fração ácido húmico (C-FAH) foram menores na área cultivada com mandioca. A observação de menores teores do C-FAF nas áreas de banana e mandioca, assim como do C-FAH na área de mandioca, indica que estas frações são mais sensíveis ao manejo quando comparadas o C-HUM, podendo ser utilizadas como indicadores de qualidade do solo.

Avaliando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo sob cerrado em diferentes sistemas de manejo e uso em Latossolo Vermelho Distrófico e Neossolo Quartzarênico, Carneiro et al. (2009) observaram que o COT mostrou-se pouco sensível ao manejo e ao uso do solo, onde somente áreas com grande interferência antrópica e longo tempo de uso mostram diferenças entre si. Por outro lado, o C da matéria orgânica leve (MOL) foi severamente alterado pelos manejos, apresentando redução de 50% em solo de pastagem nativa e de até 71% em solo sob pastagem cultivada em relação ao Cerrado, podendo ser utilizado como indicador de qualidade do solo. Essa maior concentração da MOL no solo de Cerrado deve-se ao não revolvimento do solo, o que favorece a maior proteção da matéria orgânica. A MOL é um importante componente do C orgânico do solo e atua na manutenção da atividade microbiana do solo e na ciclagem de nutrientes, sendo severamente alterado pelo manejo e uso do solo em relação ao Cerrado. Essa maior concentração da MOL nas áreas sob o Cerrado, tanto no Neossolo quanto no Latossolo, deve-se à constante entrada de C via serapilheira e rizodeposição, além do fato da preservação da estrutura do solo, que contribui, via agregação, para a proteção e manutenção do C no solo. Além disso, foi observado que os estoques de COT e C nas diversas frações da MOS foram maiores no

Latossolo quando comparado ao Neossolo em virtude da maior proteção física e/ou coloidal imposta pelo maior teor de argila no Latossolo. O maior teor de argila condiciona maior proteção física e, ou, coloidal ao C orgânico do solo em virtude da formação de complexos argilo-orgânicos. Na proteção física (estrutural), a matéria orgânica fica retida no interior dos agregados (especialmente microagregados) do solo, enquanto na proteção coloidal ocorre associação íntima dos grupos funcionais da matéria orgânica com os colóides do solo (CARAVACA et al., 2004).

3.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto do cultivo de mangueira irrigada em alguns atributos químicos, físicos e matéria orgânica do solo em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco.

1.1.1. Objetivos Específicos

1. Avaliar os valores de pH (H_2O), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H+Al$), condutividade elétrica, teores de fósforo (P), potássio (K^+), sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cobre (Cu^{2+}), ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}) e zinco (Zn^{2+}) em solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco;
2. Avaliar a textura, densidade do solo, densidade das partículas e porosidade total em solos sob mangueira irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco;
3. Avaliar os estoques de carbono orgânico total (COT), carbono nas substâncias húmicas (fração ácidos fúlvicos, fração ácidos húmicos e fração huminas), fração leve e pesada da MOS em solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco.

1.2. LITERATURA CITADA

ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Biosci. J.**, p. 66-75, 2007.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). *Methods for assessing soil quality*. Madison: **Soil Sci Soci America**, 1996. p.123-141. (SSSA Special Publication, 49).

BAQUERO, J.E.; RALISCH, R.; MEDINA, C.C.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M.F. Soil Physical Properties and Sugarcane root growth in a red Oxisol. **R. Bras. Ci. Solo**, 36, p.63-70, 2012.

BERNARDI, A.C.C; MACHADO, P.L. de O.; MADARI, B.E.; TAVARES, S.R. de L; CAMPOS, D.V.; CRISÓSTOMO, L. de A. Carbon and nitrogen stocks of an Arenosol under irrigated fruit orchards in semiarid Brazil. **Sci. Agricola**, v.64, n.2, p.169-175, 2007.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 6 ed., , 2002, 565p.

BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. CO₂ emission from mineral soils following land-cover change in Brazil. **Global Chan. Biol.**, 7, p.779-787, 2001.

CABRAL C.E.A.; BONFIM-SILVA E.M.; BONELLI E.A.; SILVA T.J.A. da; CABRAL C. H.A.; SCARAMUZZA W.L.M.P. Compactação do solo e macronutrientes primários na *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, 16 (4), p.362–367, 2012.

CARAVACA, F.; LAX, A.; ALBALADEJO, J. Aggregate stability and carbon characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain. **Soil Till. Res.**, 78, p.83-90, 2004.

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. **R. Bras. Ci. Solo**, 33, p.147-157, 2009.

CARTER, M.R. Organic matter and sustainability. In: REES, B.C.; BALL, B.C.; CAMPBELL, C.D.; WATSON, C.A., eds. Sustainable management of soil organic. Wallingford, CAB International, 2001. p.9-22.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **R. Bras. Ci. Solo**, 22, p.527-538, 1998.

CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **Eur. J. Soil Sci.**, 52, p.345-353, 2001.

CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; DIEGO MELO, D.V.M. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, 14 (4), p.358–365, 2010.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 32, p.323-332, 2008.

DANTAS, J.D.N.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ASSIS, C.P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodice. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, 16 (1). p.18–26, 2012.

DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro, **Soci. Bras. Ci. do Solo**, 1997. CD-ROM.

FONTANA, A.; SILVA, C.F.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BRITO, R.J.; BENITES, V.M. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Scientiarum, Agronomy**. Maringá, 33 (3), p.545-550, 2011.

GAMA-RODRIGUEZ, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUEZ, A.C.; SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade microbiana do solo em plantações de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, 29, p.893-901, 2005.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2006, 8p.

HARTEMINK, A.E. **Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugar cane in Papua New Guinea.** *Geoderma*, Amsterdam, 85, p.283–306, 1998.

HAYNES, R.J. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term grass-based leys. **Soil Bio. Biochem.**, v.31, p.1821-1830, 1999.

KARLEN, D.L.; ANDREWS, S.S.; DORAN, J.W. Soil quality: Current concepts and applications. **Adv. Agron.**, 74, p.40, 2001.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 61, p.4-10, 1997.

KIST, B.B.; VENCATO, A.Z.; SANTOS, C.; CARVALHO, C.; REETZ, E.R.; POLL, H.; BELING, R.R. **Anuário brasileiro da fruticultura, 2012.** Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, 2012. 128p.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, 123, p.1-22, 2004.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Adv. Soil Sci.**, 1, p.277-294, 1985.

MACHADO, P.O.L.A. **Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global.** *Química Nova*, v.28, n.2, p.329-334, 2005.

MALAVOLTA, E; PIMENTEL-GOMES, F; ALCARDE J.C. **Aduos & adubações.** São Paulo: Nobel, 2000. 200p.

MENDHAM, D.S.; HEAGNEY, E.C.; CORBEELS, M.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S.; McMURTRIE, R.E. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. **Soil Biol. Bioch.**, 36, p.1067-1074, 2004.

MÜLLER, J.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; SEQUINATTO, L.; MAZURANA, M.; STÜRMER, S.L.K.; PIETRZACKA, R. Atributos físicos e químicos de um

argissolo Vermelho, em pomar orgânico de citros com manejo da vegetação nas entrelinhas. **R. Bras. Fruticultura**, 33 (4), p.1127-1134, 2011.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa-MG: UFV, DPS, 1999. 339p.

PAUL, K.I.; POLGLASE, P.J.; NYAKUENGAMA, J.G.; KHANNA, P.K. Change in soil carbon following afforestation. **For. Ecol. Manag.**, 168, p.241-257, 2002.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **R. Bras. Ci. Solo**, 34, p.575-585, 2010.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M.; SANTOS, B.C.M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo háplico tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **R. Bras. Ci. Solo**, 32, p.249-258, 2008.

QUEIROZ, A.F. **Caracterização e classificação de solos do município de Casa Nova-BA para fins de uso, manejo e conservação**. 2013. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN.

RIBEIRO, J.M.; BASTOS, D.C.; MELO, N.F.; OLIVEIRA, E.A.G.; PINTO, M. DOS S.T. **Produção de mudas micropropagadas de videira, mangueira e goiabeira**. Documentos 232. Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, 2010. 22p.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O.R.; LLANILLO, R.F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Ci. Agrár.**, p.321-344, 2005.

SÁ, M.A.C.; SANTOS JUNIOR, J. de D.G. **Compactação do Solo: Consequências para o Crescimento Vegetal**. Documentos Embrapa Cerrados, 2005. 26p.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; LAL, R.; BRUCE, J.P. The potential of world cropland soils to sequester C and mitigate the greenhouse effect. **Environ. Sci. Pollut.**, 2, p.177-185, 1999.

SANTOS, G.A. dos; DIAS JUNIOR, M. de S.; GUIMARÃES, P.T.G.; FURTINI NETO, A.E. Diferentes graus de compactação e fornecimento de fósforo

influenciando no crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em solos distintos. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, 29 (4), p.740-752, 2005.

SANTOS, J.D. **Influência de diferentes sistemas agrícolas nas propriedades físicas e químicas das camadas superficiais do solo**. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, São José Da Lapa, MG, 2007.

SILVA JUNIOR, C.A.; BOECHAT, C.; CARVALHO, L. Atributos Químicos do Solo sob Conversão de Floresta Amazônica para Diferentes Sistemas na Região Norte do Pará, **Brasil. Biosci. J.**, Uberlândia, 28 (4), p.566-572, 2012.

SILVA, A.J.N.; CABEDA, M.S.V.; CARVALHO, F.G.; LIMA, J.F.W.F. Alterações físicas e químicas de um argissolo amarelo sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Eng. Agric. Amb.**, 10, p.76-83, 2006.

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, **Soci. Bras. Ci. do Solo**, 2007. 991p.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 28 (6), p.937-944, 2004.

SPAGNOLLO, E. **Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos a queima e manejos dos resíduos culturais**. 2004. 210f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria.

SWIFT, R.S. Sequestration of carbon by soil. *Soil Sci.*, 166, p.858-871, 2001.
TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C.; RIBON, A.A. Physical properties of dystrophic red Latosol (Oxisol) under different agricultural uses. **R. Bras. Ci. Solo**, 34, p.925-933, 2010.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C.; RIBON, A.A. Physical properties of dystrophic red Latosol (Oxisol) under different agricultural uses. **R. Bras. Ci. Solo**, 34, p.925-933, 2010.

2. CAPITULO 1

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB CULTIVO DE MANGUEIRA IRRIGADA NA REGIÃO DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

RESUMO

A região do Vale do Submédio São Francisco apresenta uma participação muito ativa na produção de manga para o mercado interno e externo. Mudanças aceleradas no tipo de uso de terra vêm sendo observada no Brasil em que áreas onde antes existia vegetação nativa estão sendo cada vez mais substituídas por diferentes tipos de usos, tal como o cultivo de mangueira. Mudanças no uso da terra, atrelada às técnicas de manejo, podem alterar as propriedades químicas e físicas do solo. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto do cultivo de mangueira irrigada em alguns atributos químicos e físicos do solo em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco. O estudo foi realizado na Fazenda Boa Esperança localizada em Petrolina – PE. Nas áreas sob mangueira irrigada e caatinga nativa foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Após coleta e preparo das amostras de solo, foram determinados os teores de macro (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P) e micronutrientes (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+}), Na, condutividade elétrica, pH, acidez trocável (Al^{3+}) e acidez potencial (H+Al). Quanto às análises físicas, foi determinada textura, densidade do solo, densidade das partículas e porosidade total. O cultivo da mangueira irrigada resultou em aumento nos teores dos macronutrientes disponíveis no solo, como também dos micronutrientes, com exceção ao Fe^{2+} . Os atributos físicos do solo avaliados não foram alterados pelo cultivo de mangueira irrigada quando comparado à caatinga nativa, sendo indicadores de qualidade do solo pouco sensíveis à mudança de uso do solo.

Palavras-chaves: Nutrientes, compactação, uso do solo, qualidade do solo.

CHEMICAL AND PHYSICAL SOIL ATTRIBUTES OF A QUARTZIPSAMMENTS UNDER IRRIGATED MANGO CULTIVATION IN THE LOWER BASIN REGION OF THE SÃO FRANCISCO VALLEY

ABSTRACT

The São Francisco Valley has a very active participation in mango production for domestic and export markets. The accelerated land use changes have been observed in Brazil in areas used before by native vegetation are being increasingly replaced by different types of uses, such as the mango cultivation. Land use changes, tied to management techniques, can change the soil chemical and physical attributes. Thus, the present study aimed to evaluate the impact of irrigated mango cultivation on soil chemical and physical attributes in relation to the native caatinga in the Lower Basin region of the São Francisco Valley. The study was carried out at Boa Esperança Farm located in Petrolina, Pernambuco, Brazil. In areas under irrigated mango and native caatinga soil samples at 0-10 and 10-20 cm depth were collected. After collected and prepared soil samples, it was determined the levels of macro (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P) and micronutrients (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+}), Na, electrical conductivity, pH, exchangeable acidity (Al^{3+}) and potential acidity (H+Al). It was also determined the soil texture, bulk density, particle density and total porosity. The mango cultivation increased the macronutrients levels, as well as, the micronutrients except for Fe^{2+} . The irrigated mango cultivation did not changed soil physical attributes in comparison to the native caatinga.

Keywords: Nutrients, compaction, soil use, soil quality.

2.1. INTRODUÇÃO

A produção de manga é uma das atividades agrícolas com forte participação no mercado nacional de frutas, sendo a nona colocada em termos de produção comercial e a terceira fruta em volume exportado na safra 2009 (IBRAF, 2013). O sucesso da participação brasileira no mercado externo está aliado ao nível tecnológico adotado, que permite o atendimento aos padrões internacionais de qualidade (LIMA et al., 2009).

A Região Nordeste tem se destacado no cenário nacional como uma das principais regiões produtoras de manga, tendo o eixo formado pelos municípios Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), localizado no Vale do Submédio São Francisco, como o principal produtor de manga, onde são geradas divisas decorrentes das exportações para a União Européia e para os Estados Unidos. Esses municípios são responsáveis por mais de 80% de todo o volume de manga exportado pelo Brasil (IBRAF, 2013).

Para Corrêa et al. (2010) a sustentabilidade de um perímetro irrigado está condicionada, dentre outros aspectos, à manutenção da qualidade dos solos que, dentro dos sistemas de produção, sofre modificações nos atributos químicos, físicos e biológicos, pela aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, tráfego de máquinas e alteração do regime hídrico nas bacias hidrográficas.

Os solos quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, tendem a um novo estado de equilíbrio, refletido em diferentes manifestações de suas propriedades, as quais podem ser desfavoráveis à manutenção da capacidade produtiva. Segundo Spagnollo (2004), mudanças no tipo de uso da terra, podem diminuir a qualidade do solo, principalmente o cultivo em áreas anteriormente ocupadas por vegetação nativa.

A agricultura convencional pode reduzir a fertilidade do solo por várias razões, entre elas, a maior vulnerabilidade das áreas cultivadas à erosão, se comparadas às áreas não cultivadas, e a exportação de nutrientes pela colheita, que é retirada de forma definitiva do campo (MALAVOLTA et al., 2000). O pH, capacidade de troca catiônica (CTC), condutividade elétrica do solo (CE), teores de macro e micronutrientes, e os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) estão entre as atributos químicos do solo que são

influenciados pelo tipo de uso da terra e utilizados como indicadores de qualidade do solo (ASSIS et al., 2010; GOMES e FILIZOLA, 2006).

Segundo Reynolds et al. (2002), a qualidade física do solo é um importante elemento de sustentação do solo. De acordo com Arshad et al. (1996), as propriedades físicas influenciam diretamente o crescimento radicular, armazenamento e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica do solo. O preparo do solo pode promover grandes mudanças nas propriedades físicas do solo (CASTRO FILHO et al., 1998), o que afeta diretamente a porosidade e densidade do solo, sendo essas duas características utilizadas para avaliar alterações na qualidade física do solo (ARSHAD et al., 1996). Em estudo realizado no município de Guariba-SP com preparo convencional no cultivo de cana-de-açúcar sob Latossolo Vermelho Eutroférico, Souza et al. (2004) verificaram aumento na compactação do, refletindo a influência do manejo da cultura da cana-de-açúcar que recebe um tráfego excessivo de máquinas pesadas e queima para o corte, reduzindo significativamente os resíduos orgânicos na superfície do solo.

Apesar da importância econômica do mercado da manga no Brasil, especialmente na região do Vale do Submédio São Francisco, pouco se sabe a respeito do impacto que a substituição da caatinga nativa pelo cultivo de mangueira irrigada pode causar nos atributos químicos e físicos do solo.

Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar o impacto do cultivo de mangueira irrigada em alguns atributos químicos e físicos do solo em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Boa Esperança situada na cidade de Petrolina-PE. A área de estudo esta localizada nas coordenadas geográficas latitude 9° 19' 55,8" S e longitude 40° 26' 54,2" W. O clima da região é BSwh (semiárido), segundo a classificação climática de Köppen, com baixo índice pluviométrico durante todo ano (400 mm a 800 mm). Apresenta temperatura média anual de 26,3°C, umidade relativa do ar média anual de 71%, radiação solar de 2774 h, evapotranspiração média de 7,5 mm dia⁻¹ e velocidade do

vento de 19,7 km dia⁻¹. O solo da área em estudo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

As amostras de solo foram coletadas em novembro de 2012, em duas áreas da Fazenda Boa Esperança, sendo uma com mangueira irrigada (20 anos de idade) e outra com caatinga nativa (área de referencia), localizada aproximadamente 200 m uma da outra. Anteriormente, a área com mangueira irrigada foi ocupada com caatinga nativa até meados de 1993. Após a remoção da caatinga nativa, os resíduos vegetais foram removidos da área e o solo foi preparado (aração e gradagem) para o plantio da mangueira. Em seguida, o pH do solo foi corrigido pela aplicação de calcário dolomítico. A mangueira (Tommy Atkins) foi plantada no espaçamento de 5 x 10 m onde foi adicionado esterco bovino (20 L cova⁻¹) e adubação de plantio (P, K, S) de acordo com análise de solo. Também foram realizadas adubações de coberturas (N, K, S) e micronutrientes (B, Zn) para atender a demanda da cultura. O sistema de irrigação utilizado é o localizado, procurando-se atender a demanda hídrica da planta. A indução da floração da mangueira é sempre feita pela aplicação de nitrato de cálcio e nitrato de potássio.

O presente trabalho é composto por dois tratamentos (mangueira irrigada e caatinga nativa), dispostos em faixas, com dez repetições (10 pontos georeferenciados).

Nas áreas sob mangueira irrigada e caatinga foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade. Ressalta-se que na área sob mangueira irrigada, foram coletadas amostras de solo na linha de plantio. Com isso, foram coletadas três amostras simples de cada profundidade para obtenção de amostra composta. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Também foram coletadas amostras de solo indeformadas (com anéis) nas camadas de solo supracitadas.

A partir das amostras de TFSA foram determinados os valores de pH (H₂O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al⁺³), condutividade elétrica no extrato de saturação (CE), teores de fósforo (P) (extraído por Mehlich-1), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) magnésio (Mg²⁺) e sódio (Na⁺). Também foram determinados os teores de micronutrientes, dentre eles, cobre (Cu²⁺), ferro (Fe²⁺), manganês (Mn²⁺) e zinco (Zn²⁺). Todas as análises químicas foram

realizadas conforme metodologia proposta por Claessen et al. (1997). Posteriormente, foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC) e a percentagem de saturação por bases do solo (V).

Para as análises físicas do solo, foram determinados textura, densidade do solo (DS) e densidade de partículas (DP), conforme metodologia proposta por Claessen et al. (1997). A porosidade total do solo foi calculada conforme Claessen et al. (1997), a partir das determinações da densidade do solo (Ds) e densidade de partículas (Dp).

Os efeitos do cultivo da mangueira irrigada nos atributos químicos e físicos do solo em relação à caatinga nativa foram comparados realizando análises descritivas para obtenção das estimativas da variância e aplicando o teste t de Student ($\alpha = 5\%$ de probabilidade) para a comparação das médias dos atributos dos solos. Ressalta-se que os resultados das análises químicas e físicas do solo não levaram em consideração a variação em profundidade nos tratamentos, mas entre os tratamentos em cada camada de solo avaliada. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Sisvar 5.1 (FERREIRA, 2007).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo sob cultivo de mangueira irrigada apresentou maiores teores de macronutrientes (P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) e Na^+ quando comparado ao solo sob caatinga nativa nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Figura 1). O aporte de nutrientes pela fertilização durante os ciclos de produção da mangueira para atender a demanda da cultura contribuiu para os maiores teores desses nutrientes no solo em relação à caatinga nativa. Avaliando os atributos químicos de um Argissolo Vermelho em pomar de citros no Rio Grande do Sul, Muller et al. (2012) observaram incremento nos teores de P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e matéria orgânica do solo na camada de 0-40 cm em relação a área adjacente com vegetação nativa. A fertilização orgânica realizada contribuiu para elevar o pH, teor de MOS e nutrientes no solo sob citros.

Os teor de P disponível encontrado no solo sob mangueira irrigada na camada de 0-10 cm foi classificado como alto ($21,62 \text{ mg dm}^{-3}$), enquanto na camada de 10-20 cm classificado como médio ($12,92 \text{ mg dm}^{-3}$), segundo Silva

et al. (2002), para mangueira cultivada no Vale do Submédio São Francisco. Observa-se que o teor de P disponível encontrado na camada superficial da área cultivada com mangueira irrigada foi mais que o dobro do teor encontrado no solo sob caatinga nativa ($10,22 \text{ mg dm}^{-3}$). Corrêa et al. (2009) também observaram baixos teores de P em solos arenosos sob caatinga nativa no semiárido brasileiro, variando de $4,1 \text{ mg dm}^{-3}$ na camada de 30-60 cm até $7,4 \text{ mg dm}^{-3}$ na camada de 0-10 cm de profundidade. Neossolo Quartzarênico, originalmente distróficos, em que não houve fertilização fosfatada geralmente apresenta baixos teores de fósforo disponíveis no solo para as plantas (NOVAIS e SMITH, 1999). Em estudo realizado na Zona da Mata Mineira avaliando as propriedades químicas do solo sob laranja, cana-de-açúcar, pastagem e mata nativa, Portugal et al. (2010) observaram que os teores de P disponível foram maiores nas áreas com laranjeira e canavial, enquanto a mata e a pastagem apresentaram os menores valores. Os maiores valores de P disponível nos solos com laranjeira e canavial justificam-se pelo uso de adubações fosfatadas nesses sistemas agrícolas, em que há uma agricultura mais tecnificada, com uso de insumos.

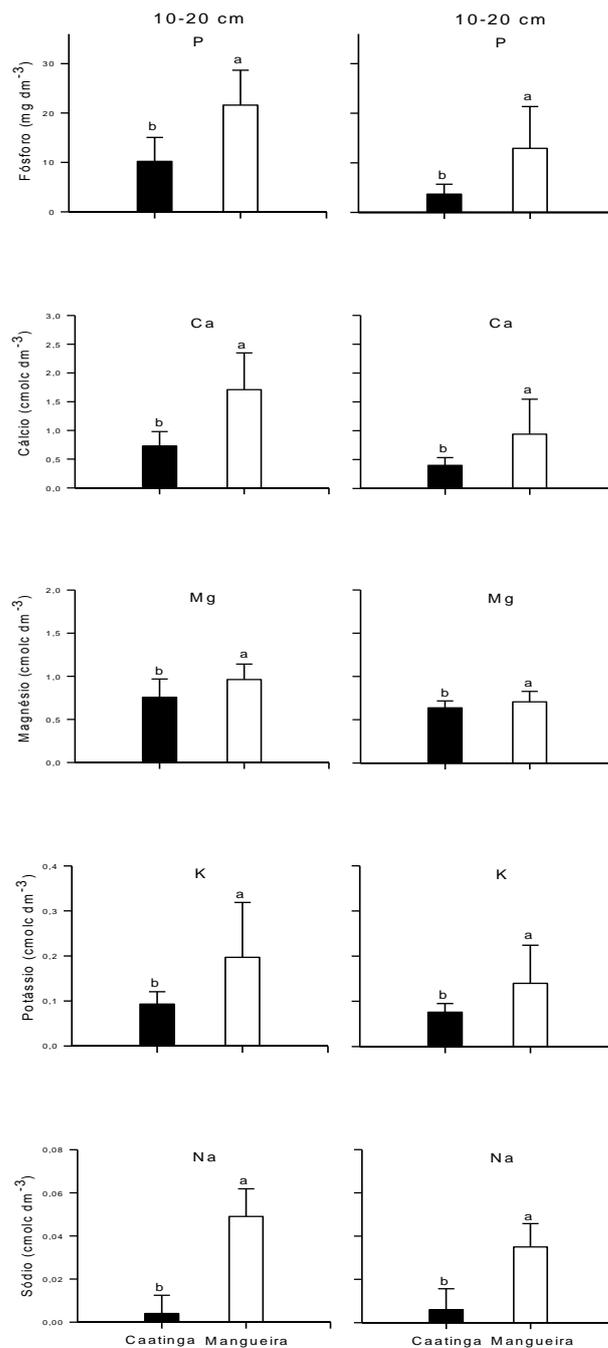


Figura 1. Teores de potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), fósforo (P) e sódio (Na^+) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

O solo sob mangueira irrigada apresentou teores de cálcio (Ca^{2+}) de $1,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, e magnésio (Mg^{2+}) de $0,96 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para as camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, respectivamente, estando acima dos valores observados para o solo sob

caatinga nativa ($\text{Ca}^{+2} = 0,73 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2} = 0,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, respectivamente. Valores aproximados de cálcio e magnésio foram encontrados por Oliveira et al. (2009) ao estudar topossequências e seus respectivos perfis em solos do semiárido nordestino. Avaliando atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco, Corrêa et al. (2009) observaram considerável aumento dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} sob diferentes usos (culturas de ciclo curto, fruticultura e pastagem) em relação à caatinga nativa. A calagem, frequentemente realizada em cultivos de mangueira irrigada, além de elevar o pH do solo, diminui o teor de Al^{3+} , fornece Ca^{2+} e Mg^{2+} para as plantas melhorando o ambiente do sistema radicular (SOUZA et al., 2007).

Os teores de potássio disponíveis (K^+), nutriente móvel e muito importante no solo, apresentam-se normalmente em quantidades inferiores aos teores de cálcio e magnésio (LEPSCH, 2011). Os teores de K^+ no solo sob mangueira irrigada ($0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0-10 cm e $0,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 10-20 cm) foram superiores aos teores de K^+ do solo sob caatinga nativa ($0,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para as camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente). Os teores de K^+ no solo sob mangueira irrigada foram classificados como médio e baixo (SILVA et al., 2002) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente. Em termos de produção e qualidade de frutos na mangueira, o potássio é o nutriente mais importante, atuando na fotossíntese e na produção de amido, na atividade das enzimas e na resistência da planta a doenças, estando estreitamente relacionado com a cor da casca, aroma, tamanho e °brix (EMBRAPA, 2004). Os maiores valores de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo sob mangueira irrigada devem-se ao maior nível tecnológico assumido, com realização de correções químicas e fertilização do solo, repondo os nutrientes exportados pela colheita e, ou, perdidos pela lixiviação e erosão. Na caatinga nativa, os teores baixos de nutrientes explicam-se, em parte, pelo fato de que nesse ambiente grande parte dos nutrientes está alocada na vegetação, além da pobreza química do Neossolo Quartzarênico.

Os teores de sódio (Na^+) observados no solo sob mangueira irrigada e caatinga nativa variaram de 0,01 a $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 1). Logo, a baixa

concentração de Na^+ não oferece limitação para a produção agrícola, o que é uma condição muito importante e benéfica para o manejo, pois o Na, assim como outros sais em excesso, pode comprometer o crescimento das plantas, além de afetar algumas propriedades físicas do solo, tais como a condutividade hidráulica, infiltração e aeração (FREIRE e FREIRE, 2007).

Não foi observado diferença nos valores de condutividade elétrica (CE) do solo quando comparou o cultivo de mangueira irrigada com a caatinga nativa (Figura 2).

Os valores de acidez potencial (H+Al) também variaram entre os diferentes tipos de uso, com menores valores observados para o cultivo de mangueira irrigada ($0,86 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para as camadas de 0-10 e 10-20 cm) quando comparado à caatinga nativa ($2,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para a camada de 0-10 cm e $2,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para a camada de 10-20 cm) (Figura 2). Em estudo avaliando o impacto do cultivo de cana-de-açúcar, pastagem e laranjeira em relação à vegetação nativa sobre algumas características químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no município de Visconde do Rio Branco, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Portugal et al. (2010) observaram que os valores de acidez potencial foram mais elevados no solo sob mata nativa quando comparada com os diversos cultivos agrícolas. Isso foi devido ao maior teor de matéria orgânica, já que a matéria orgânica do solo 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) (SOUSA et al., 2007).

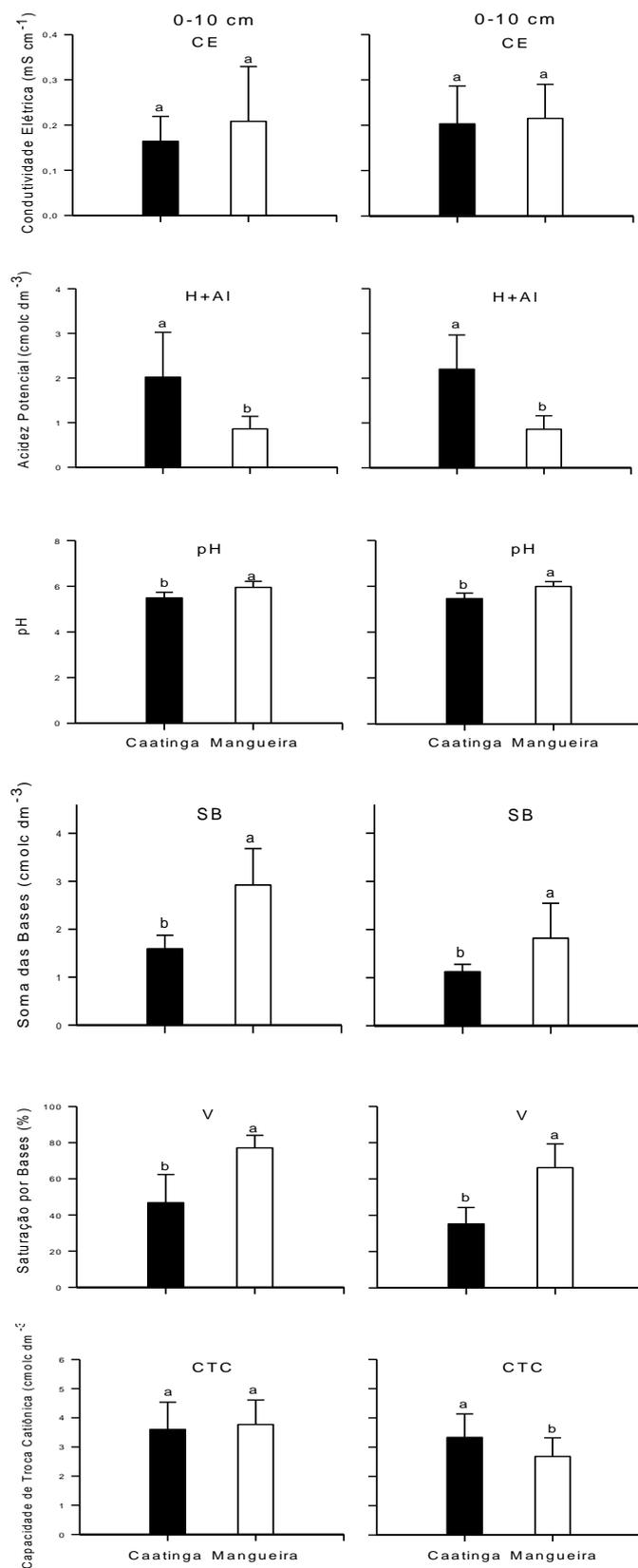


Figura 2. Condutividade elétrica (CE), acidez potencial (H+Al), pH, soma de bases (SB), saturação por bases (V) e capacidade de troca de cátions (CTC) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

Por outro lado, o solo sob mangueira irrigada apresentou maiores valores de pH (5,95 e 5,99) em relação à caatinga nativa (5,49 e 5,46) para as camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente (Figura 2), estando dentro da faixa ótima para o desenvolvimento das culturas (TOMÉ JÚNIOR, 1997). Resultado semelhante foi observado por Corrêa et al. (2009), que estudando solos arenosos no semiárido, também encontraram valores superiores de pH em área cultivada com mangueira quando comparada a área de caatinga. A correção do pH e a introdução de bases no solo por meio da adubação química ou deposição de resíduos orgânicos, favorece a elevação do pH, uma vez que elas têm a capacidade de se adsorverem no complexo sortivo, contribuindo para o aumento do pH, conforme frisam Souza et al. (2007) e Duarte et al. (2013).

O solo sob cultivo de mangueira irrigada apresentou maiores valores de soma de bases - SB ($2,92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $1,82 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e saturação por bases - V (77,11 % e 66,22 %) em relação à caatinga nativa (SB: $1,59 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $1,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; V= 46,78 % e 35,22 %), para as camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente (Figura 2). A saturação por base no solo sob mangueira irrigada foi superior a 50%, conferindo o caráter eutrófico ao solo. No entanto, ressalta-se que mesmo sendo classificado como eutrófico, o solo sob mangueira irrigada apresentou uma baixa CTC, o que limita a capacidade de adsorver nutrientes para as plantas (QUEIROZ, 2013). A adição de nutrientes provenientes da adubação de produção contribuiu para os maiores valores de SB e V (%) no solo sob mangueira irrigada. Segundo Corrêa et al. (2009), a substituição de vegetação nativa por cultivo agrícola resulta em maiores valores de soma de bases e saturação por bases pela calagem e fertilizações realizadas. Resultados semelhantes foram observados por Portugal et al. (2010) ao comparar solos sob canavial, pastagem e laranjeira com solo sob vegetação nativa na Zona da Mata Mineira, que atribuíram esse resultado à fertilização química nas área sob cultivos agrícolas.

Não houve diferença no valor da CTC do solo na camada de 0-10 cm de profundidade quando comparou mangueira irrigada com caatinga nativa (Figura 2). Resultado oposto foi observado para a camada de 10-20 cm, onde o solo sob mangueira irrigada apresentou menor valor da CTC ($2,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em relação à caatinga nativa ($3,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), sendo classificada como baixa

(1,61-4,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (ALVAREZ V. et al., 1999; LOPES et al., 2004). Um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável. Assim, fertilizações químicas devem ser realizadas de forma parcelada para que se evitem grandes perdas de nutrientes por lixiviação (RONQUIM, 2010). Os baixos valores de CTC observados no presente trabalho se devem a baixa quantidade de argila (2,51%) em solos de textura arenosa, como o Neossolo Quartzarenico. Em virtude do maior tamanho da fração areia do solo, em relação às frações silte e argila, pode-se afirmar que esta fração, de natureza não coloidal, contribui em menor proporção com valor da superfície específica, conferindo menor densidade de cargas negativas (CTC) ao solo (NOVAIS e MELO, 2007). A área de superfície específica depende do tamanho da partícula, sendo menor do que $0,1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ na fração areia, aproximadamente $1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ na fração silte, podendo atingir $800 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ na fração argila (MEURER et al., 2012).

Com relação aos micronutrientes, os teores de cobre (Cu^{2+}), manganês (Mn^{2+}) e zinco (Zn^{2+}) foram maiores na camada de 0-10 cm de profundidade do solo sob mangueira irrigada ($\text{Cu}^{2+} = 5,15 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{Mn}^{2+} = 17,77 \text{ mg dm}^{-3}$ e $\text{Zn}^{2+} = 5,02 \text{ mg dm}^{-3}$) quando comparado ao solo sob caatinga nativa ($\text{Cu}^{2+} = 1,90 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{Mn}^{2+} = 7,42 \text{ mg dm}^{-3}$ e $\text{Zn}^{2+} = 3,18 \text{ mg dm}^{-3}$) (Figura 3). Resultado semelhante foi observado para o teor de Mn^{2+} na camada de 10-20 cm de profundidade. Os maiores valores de micronutrientes encontrados no solo sob mangueira irrigada se devem ao nível tecnológico assumido, com realização de fertilizações com micronutrientes nesses ambientes, repondo os teores exportados pela colheita e/ou perdidos por lixiviação e erosão. Os teores de Cu^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+} encontrados no solo sob mangueira irrigada foram classificados como alto (Cu^{2+} : $> 1,8 \text{ mg dm}^{-3}$; Mn^{2+} : $> 12 \text{ mg dm}^{-3}$ e Zn^{2+} : $> 2,2 \text{ mg dm}^{-3}$), segundo Alvarez V. et al. (1999). Na caatinga nativa, os menores teores de micronutrientes explicam-se, em parte, pelo fato de que nesse ambiente grande parte desses micronutrientes está alocado na vegetação, além da pobreza química do Neossolo Quartzarênico.

O solo sob mangueira irrigada apresentou menores teores de Fe^{2+} ($16,44 \text{ mg dm}^{-3}$ e $20,74 \text{ mg dm}^{-3}$) em relação à caatinga nativa ($21,90 \text{ mg dm}^{-3}$ e $29,20 \text{ mg dm}^{-3}$) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, respectivamente. O menor teor de ferro na área sob cultivo de mangueira

irrigada ocorreu provavelmente por causa da calagem e, conseqüentemente, do pH bem próximo a 6,0, diminuindo a disponibilidade desse nutriente no solo. Os teores de Fe^{2+} no solo sob mangueira irrigada foram classificados como baixo a médio, segundo Alvarez V. et al. (1999). A solubilidade do Fe^{2+} decresce até mil vezes, para cada aumento de uma unidade no pH do solo, na faixa de pH de 4 a 9 (ABREU et al. 2007). Dessa forma, a calagem é um eficiente instrumento para controlar a possível toxidez causada pelo excesso de Fe^{2+} (FISCHER et al., 1990). Oliveira e Nascimento (2006), estudando varias classes de solos do Estado de Pernambuco, observaram baixos teores de Fe^{2+} ($< 0,05 \text{ mg dm}^{-3}$) em Neossolo Quartzarênico órtico típico sob vegetação de caatinga hiperxerófila em Petrolina.

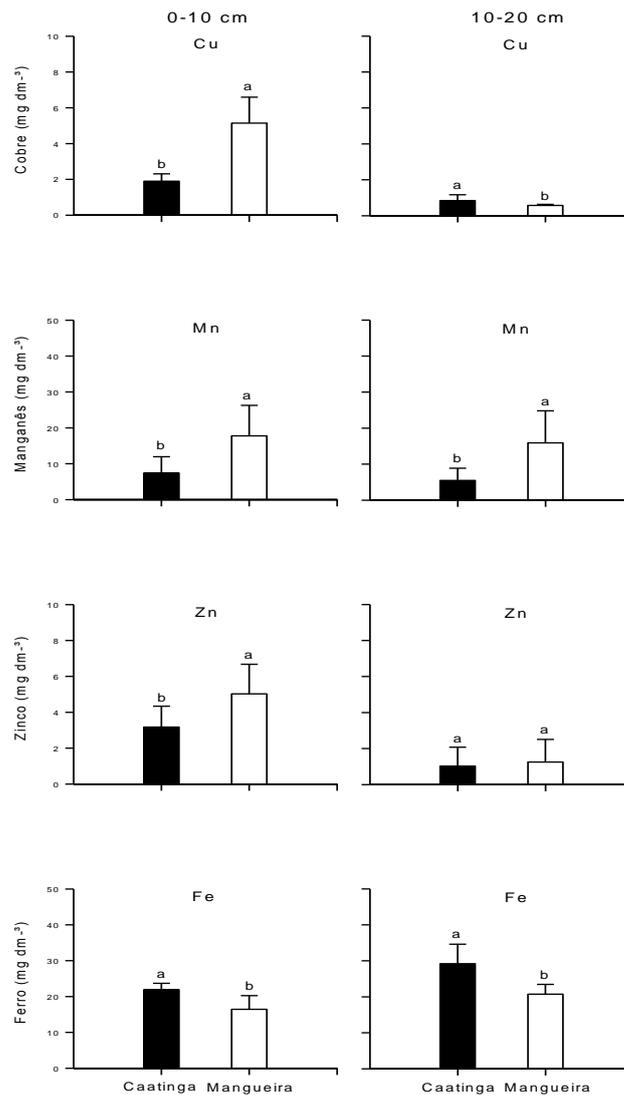


Figura 3. Teores de cobre (Cu^{2+}), manganês (Mn^{2+}), zinco (Zn^{2+}) e ferro (Fe^{2+}) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

O cultivo de mangueira irrigada não promoveu alterações estatisticamente significativas nos valores de densidade do solo - Ds (1,58 e 1,56 kg dm^{-3}), densidade das partículas - Dp (2,49 e 2,52 kg dm^{-3}) e porosidade total - Pt (36,47 e 37,98 %) quando comparado ao solo sob caatinga nativa (Ds: 1,6 e 1,65 kg dm^{-3} ; Dp: 2,57 e 2,64 kg dm^{-3} ; Pt: 36,28 e 37,63 %) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, respectivamente (Figura 4). Os valores de Dp estão próximos a 2,65 g cm^{-3} , que corresponde a solos ricos em quartzo (QUEIROZ, 2013). É esperado que a densidade de partículas não se altere pela substituição da caatinga nativa pelo cultivo de mangueira irrigada, pois

este atributo esta relacionado com a mineralogia do solo. Portanto, constitui uma característica intrínseca ao solo, cujas mudanças significativas somente podem ocorrer quando há um acréscimo considerável de matéria orgânica, podendo reduzir os valores de Dp (REINERT e REICHERT, 2006).

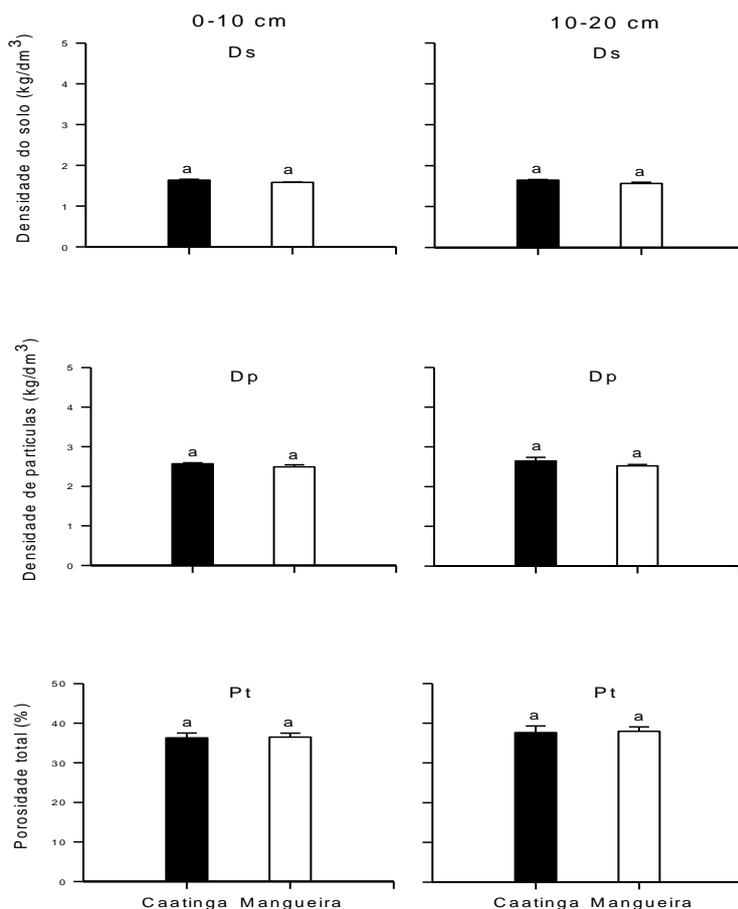


Figura 4. Densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp) e porosidade total (Pt) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

Discordando dos resultados encontrados, em estudo realizado no perímetro irrigado Icó-Mandantes - PE em áreas com solos de textura arenosa sob cultivo com bananeira, coqueiro, goiabeira, mangueira e vegetação nativa (caatinga), Corrêa et al. (2010) observaram valores de densidade do solo semelhantes para os solos sob fruticultura, porém menores que os encontrados no solo sob caatinga nativa. Cultivo de ciclo longo com baixo revolvimento do

solo e elevado aporte de material orgânico na superfície do solo pode conservar e até mesmo melhorar os atributos físicos do solo. O fato do presente estudo ter sido realizado sob Neossolo Quartzarênico, além da manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo sob cultivo de mangueira irrigada pode ter contribuído para manutenção das propriedades físicas do solo avaliadas. Ressalta-se também que a aplicação de fertilizantes nas áreas cultivadas com mangueira irrigada no Vale do Submédio São Francisco ocorre através da fertirrigação, o que resulta em menor tráfego de máquinas agrícolas sobre o solo, preservando seus atributos físicos. A maior limitação desse solo esta na baixa capacidade de reter água, no entanto, Faria et al. (2007) destacam que com o avanço das tecnologias, principalmente sobre o manejo da água e da aplicação da fertirrigação, permitiu que os Neossolos Quartzarênicos, que ocupam uma área expressiva na região semiárida, pudessem ser cultivados satisfatoriamente com fruteiras irrigadas.

Avaliando os atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico sob cerrado nativo e monocultivo de soja no município de Cáceres-MT, Ramos et al. (2011) observaram que o uso intenso do solo e a trafegabilidade de maquinários da semeadura a colheita foram suficientes para reduções médias em percentagens para porosidade total (Pt) e umidade gravimétrica (Ug) de 15,76 %, 47,87 %; e aumentos para densidade do solo (Ds), resistência a penetração (Rp), microporosidade (Mi) de 19,47 %, 128,71 %, 56,55 %, respectivamente. A trafegabilidade acumulativa ao longo de sete anos de cultivo de soja, contribuiu para desencadear a compactação do solo pela diminuição do seu volume induzida pela compressão (peso dos maquinários, implementos agrícolas e carregadores), ocasionando a redução da porosidade de aeração e, como consequência, um aumento da densidade do solo e diminuição da porosidade total. Em estudo avaliando a alteração na densidade do solo, resultante da retirada da vegetação natural (floresta latifoliada semicaducifólia) e da implantação da cultura da laranja na região de Matão-SP, Sanches et al. (1999) observaram que nas áreas sob laranja a densidade do solo foi maior em relação à mata nativa. O aumento da densidade do solo com o cultivo de laranjeira pode estar relacionado com a compactação do solo causada pelo tráfego contínuo de máquinas. O tráfego contínuo de máquinas na cultura da laranja é devido ao elevado número de

operações mecanizadas para as práticas de adubação, pulverização e controle de plantas daninhas, provocando decréscimo da macroporosidade, contribuindo para uma elevação nos valores da densidade do solo.

2.4. CONCLUSÕES

1. O cultivo de mangueira irrigada, em área anteriormente ocupada por caatinga nativa, promoveu alteração nas propriedades químicas do solo, aumentando os teores de macronutrientes (P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺), Na⁺, soma de bases e saturação por bases.
2. O cultivo de mangueira irrigada apresentou maiores teores de Cu²⁺, Mn²⁺ e Zn²⁺ no solo em relação à caatinga nativa na camada mais superficial do solo.
3. Os tratamentos físicos do solo avaliados (densidade do solo, densidade das partículas e porosidade total) foram indicadores poucos sensíveis à mudança de uso do solo de caatinga nativa para mangueira irrigada.

2.5. LITERATURA CITADA

ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. **Micronutrientes**. 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: Soci. Bras. Ci. Solo, 2007. Cap. 11, p.645-736.

ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.L. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, CFSEMG, 1999. Cap. 5, p.25-32.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Sci. Soc. Am., 1996. p.123-141. (SSSA Special Publication 49).

ASSIS, C.P.; OLIVEIRA, T.S.; DANTAS, J.N.; MENDONÇA, E.S. Organic matter and phosphorus fractions in irrigated agroecosystems in a semi-arid region of Northeastern Brazil. **Agric. Ecosys. Environ.**, v.138, p.74-82, 2010.

CARVALHO, M. da C.S. Micronutrientes. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. 2011.
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_20_237200483743.html>. Acesso em: 10 de maio, 2014.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **R. Bras. Ci. Solo**, 22, p.527-538, 1998.

CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, F.J.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **R. Bras. Ci. Solo**, vol.33 n.2, p.305-314, 2009.

CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G.S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, p.358–365, 2010.

DUARTE, A. de S.; ROLIM, M.M.; SILVA, Ê.F. de F.E.; PEDROSA, E.M.R.; ALBUQUERQUE, F. da S.; MAGALHÃES, A.G. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.17, n°9, p.938–946, 2013.

CLAESSEN, M.E.C.; BARRETO, W. de O.; PAULA, J.L.; DUARTE, M.N. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Cultivo da Mangueira** - Sistemas de Produção, 2ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica, 2004.
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/index.htm>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2014.

FARIA, C.M.B.; SILVA, M.S.L.; SILVA, D.J. **Alterações em características de solos do Submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 74) 36p.

FERREIRA, D.F. **Sistemas para análise de variância para dados balanceados**. SISVAR versão 5.1. Lavras: UFLA, 2007. (Software).

FISCHER, R.G.; ELMORI, I.E.; MILAN, P.A.; BISSANI, C.A. **Efeito do calcário e fontes de silício sobre a toxidez de ferro em arroz irrigado**. Lav. Arroz, 43, p.6-10. 1990.

FREIRE, M.B.G.S.; FREIRE, F.J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. 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, Soc. Bras. Ci. Solo, 2007. Cap. 16, p.929-954.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. **Indicadores Físicos e Químicos de Qualidade de Solo de Interesse Agrícola**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2006. 8p.

IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas. Estatísticas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 14 de agosto, 2013.

LEPSCH, I.F. **Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456p.

LIMA, M.A.C.; SILVA, A.L.; AZEVEDO, S.S.N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Ci. Agrotéc.**, p.432-439, 2009.

LOPES, A.F.; SANTOS, A.B.; RAVA, C.A.; SOARES, D.M.; QUINTELA, E.D.; OLIVEIRA, I.P.; FONSECA, J.R.; KLUTHCOUSKI, J.; COSTA, J.G.C.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, J.G.; COSTA, K.A. de P.; STONE, L.F.; THUNG, M.; FAGERIA, N.K.; SILVA, S.C.; COBUSSI, T. **Produção de Sementes Sadias de Feijão Comum em Várzeas Tropicais**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, N.4, 72p. 2004.

MALAVOLTA, E; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE J.C. **Adubos & adubações**. São Paulo, Nobel, 2000. 200p.

MEURER, E.J.; RHENHEIMER, D.; BISSANI, C.A. Fenômenos de sorção em solos. In: MEURER, E.J. Fundamentos de química do solo. Porto Alegre, RS, Evangraf, 2012. Cap. 5, p.113-154.

NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W.V de. **Relação solo-planta**. 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: Soc. Bras. Ci. Solo, 2007. Cap. 4, p.133-204.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa-MG: UFV, DPS, 1999. 339p.

OLIVEIRA, A.; NASCIMENTO, C.W.A. Formas de manganês e ferro em solos de referência de Pernambuco. **R. Bras. Ci. Solo**, 30, p.99-110, 2006.

OLIVEIRA, L.B.; FONTES, M.P.F.; RIBEIRO, M.R.; KER, J.C. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **R. Bras. Ci. Solo**, 33, p.1333-1345, 2009.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.; DEL'ARCO V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. **R. Bras. Ci. Solo**, 34, p.575-585, 2010.

QUEIROZ, A.F. **Caracterização e classificação de solos do município de Casa Nova-BA para fins de uso, manejo e conservação.** 2013. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN.

RAMOS, F.T.; NUNES, M.C.M.; CAMPOS, D.T.S.; RAMOS, D.T.; MAIA, J.C.S. Atributos físicos e microbiológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico sob cerrado nativo e monocultivo de soja. **R. Bras. Agroec.**, 6(2), p.79-91, 2011.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; **Propriedades físicas do solo**; Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; Santa Maria – RS, 2006. 18p.

REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. Indicators of good physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, 110, p.131-146, 2002.

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Nº 8, 2010.

SANCHES, A.C.; SIVLA, A.P.; TORMENA, C.A.; RIGOLIN, A.T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um Podzólico Vermelho-Amarelo. **R. Bras. Ci. Solo**, 23, p.91-99, 1999.

SILVA, D.J.; QUAGGIO, J.A.; PINTO, A.P. da C.; PINTO, A.C. de Q.; MAGALHÃES, A.F. de J. **Nutrição e Adubação.** In: GENUÍ, P.J. de C.; PINTO, A.C. de Q. A cultura da mangueira. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 10, p.192-221.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, p.937-944, 2004.

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, Soc. Bras. Ci. Solo, 2007. 991p.

SPAGNOLLO, E. **Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos a queima e manejos dos resíduos culturais**. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

3. CAPITULO 2

FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA EM UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB CULTIVO DE MANGUEIRA IRRIGADA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

RESUMO

A utilização inadequada das terras tem ocasionado deterioração e esgotamento dos recursos naturais existentes, além da queda significativa da produção agrícola devido à diminuição da qualidade do solo. A remoção da vegetação natural para dar lugar a cultivos agrícolas, muitas vezes manejados de forma inadequada, resulta na desestruturação do solo, diminuição da disponibilidade de nutrientes e decomposição da matéria orgânica do solo, inviabilizando a sustentabilidade da produção agrícola. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar o impacto do cultivo de mangueira irrigada no estoque de carbono orgânico total (COT) e nas frações da matéria orgânica do solo (MOS) em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco. O estudo foi realizado na Fazenda Boa Esperança localizada em Petrolina – PE. Nas áreas sob mangueira irrigada e caatinga nativa foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Após a coleta e preparo das amostras de solo, foram determinados os estoques de COT, C das substâncias húmicas (fração ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina), fração leve e pesada da MOS. O cultivo de mangueira irrigada promoveu maiores estoques de COT, C das frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina, C da fração pesada e matéria orgânica leve quando comparado à caatinga nativa, principalmente na camada mais superficial do solo.

Palavras-Chaves: Carbono orgânico, substâncias húmicas, fração pesada, semiárido.

ORGANIC MATTER FRACTIONS IN QUARTZIPSAMMENTS UNDER IRRIGATED MANGO CULTIVATION IN THE LOWER BASIN REGION OF THE SÃO FRANCISCO VALLEY, BRAZIL

ABSTRACT

Improper land use has led to deterioration and depletion of natural resources, in addition to the significant drop in agricultural production due to decreased soil quality. After removal of native forest to perform agricultural crops vegetation often handled improperly results in soil disruption, decreased nutrients availability and soil organic matter decomposition, preventing the agricultural production sustainability. Thus, the present study aimed to evaluate the impact of irrigated mango cultivation on total organic carbon (TOC) stocks and in the different fractions of soil organic matter (SOM) in relation to the native Caatinga in the Lower Basin region of the São Francisco Valley, Brazil. The study was carried out in Boa Esperança Farm located in Petrolina, Pernambuco State, Brazil. In areas under irrigated mango and under native Caatinga soil samples at 0-10 cm and 10-20 cm depth were collected. After collection and preparation of soil samples, it was determined the TOC, carbon of humic substances (fulvic acids fractions, humic acids fractions and humin fractions) and light and heavy fraction of SOM. The irrigated mango cultivation promoter higher TOC stocks; C stocks in the fulvic, humic and humin fractions; C stocks in the heavy and light fraction in comparison to native Caatinga.

Keywords: Organic carbon, humic substances, heavy fraction, semiarid.

3.1. INTRODUÇÃO

O cultivo da mangueira nas condições irrigadas do Vale do Submédio São Francisco vem se intensificando nos últimos anos. A região representada principalmente pelos Estados de Pernambuco e Bahia é responsável por cerca de 93% da produção e 84% das exportações brasileiras de manga (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2010). A produção de manga nessa região apresenta características peculiares, como condições climáticas favoráveis ao cultivo e tecnologias desenvolvidas, tais como manejo da irrigação e nutrição mineral, fundamentais para o bom desenvolvimento da mangueira (SILVA, 2012).

A matéria orgânica do solo (MOS) é um componente fundamental para a manutenção da qualidade do solo, estando envolvida em diversos processos físicos, químicos e biológicos. Por ser muito sensível às práticas de manejo do solo, a MOS sofre desequilíbrios no seu suprimento e alterações nas taxas de decomposição, podendo afetar a sustentabilidade dos agroecossistemas (ROSCOE e MACHADO, 2002). Embora um solo produtivo seja composto de menos que 5% de MOS, esta determina a produtividade das culturas, por exercer influência sobre os atributos químicos e físicos do solo (UENF, 2013).

A MOS e seus diferentes compartimentos contribuem para melhorar a qualidade do solo, fornecendo nutrientes para as plantas, estruturando o solo e controlando o fluxo de água e de gases entre a superfície da terra e a atmosfera (GAMA-RODRIGUES et al., 2005; GREGORICH et al., 1994). Em cultivos de ciclo mais longo, como a mangueira, a MOS parece estar estreitamente relacionada com a sustentabilidade da produção (MENDHAM et al., 2004).

A substituição das florestas nativas por sistemas agrícolas de cultivo podem levar a uma redução nos estoques de C do solo, primariamente em resposta a aceleração na taxa de decomposição causada pelo cultivo do solo, maior aeração e exposição física da MOS aos microorganismos decompositores (CARNEIRO et al., 2009). Em estudo realizado no município de Concórdia do Pará-PA sob Latossolo Vermelho Distroférico em área sob mata nativa e quatro tipos de uso (pastagem, agroflorestal, capoeira e mandioca), Silva Junior et al. (2012) observaram que a substituição da

vegetação nativa para os diferentes tipos de uso causou decréscimo da fertilidade do solo e, principalmente, dos estoques de MOS considerada a principal característica relacionada à fertilidade do solo. A diminuição do aporte de resíduo orgânico no solo foi a principal causa do decréscimo da MOS pela mudança de uso.

Considerando que a MOS é formada por diferentes compartimentos com diferentes tempos de ciclagem e, que o compartimento mais estável da MOS (substâncias húmicas) são quantitativamente dominantes nas condições tropicais, a direta determinação das perdas e ganhos da MOS pela mudança de uso pode não ser facilmente percebida. Conseqüentemente, o fracionamento da MOS pode ser uma importante ferramenta para detectar mudanças nos estoques de MOS a curto prazo e orientar pesquisas voltadas para o estudo da MOS (BENITES et al., 2010). Avaliando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo sob cerrado em diferentes sistemas de manejo e uso em Latossolo Vermelho Distrófico e Neossolo Quartzarênico, Carneiro et al. (2009) observaram que o COT mostrou-se pouco sensível ao manejo e ao uso do solo. Por outro lado, o C da matéria orgânica leve (MOL) foi severamente alterado pelos manejos, apresentando redução de 50% em solo de pastagem nativa e de até 71% em solo sob pastagem cultivada em relação ao Cerrado, podendo ser utilizado como indicador de qualidade do solo.

Apesar do cultivo de mangueira irrigada ser de grande importância socioeconômica na região do Vale do Submédio São Francisco, pouco se sabe sobre o impacto do cultivo de mangueira irrigada nos estoques de C das frações da MOS. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar o impacto do cultivo de mangueira irrigada nos estoques de carbono orgânico total (COT), C das substâncias húmicas, C da fração pesada e fração leve da MOS em relação à caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Fazenda Boa Esperança situada na cidade de Petrolina-PE. A área de estudo está localizada nas coordenadas geográficas latitude 9° 19' 55,8" S e longitude 40° 26' 54,2" W, onde o solo foi

classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico. O clima da região é BSw_h (semiárido), segundo a classificação climática de Köppen, com baixo índice pluviométrico durante todo ano (400 mm a 800 mm). Apresenta temperatura média anual de 26,3°C, umidade relativa do ar em torno de 71%, radiação solar de 2774 h, evapotranspiração média anual de 7,5 mm/dia e velocidade do vento de 19,7 km/dia (EMBRAPA, 2010).

As amostras de solo foram coletadas em novembro de 2012 em duas áreas da Fazenda Boa Esperança, sendo uma com mangueira irrigada (20 anos de idade) e outra com mata nativa (caatinga hiperxerófila), localizada aproximadamente 200 m uma da outra. Anteriormente, a área com mangueira irrigada foi ocupada com caatinga nativa até meados de 1993. Após a remoção da caatinga os resíduos vegetais foram removidos da área e o solo foi preparado (aração e gradagem) para o plantio da mangueira. Em seguida, o pH do solo foi corrigido com aplicação de calcário dolomítico. A mangueira (Tommy Atkins) foi plantada no espaçamento de 5,0 x 10,0 m onde foi adicionado esterco bovino (20 l/cova) e adubação de plantio (P, K, S) de acordo com a análise de solo. Também foram realizadas adubações de coberturas (N, K, S) e micronutrientes (B, Zn) para atender a demanda nutricional da cultura. O sistema de irrigação utilizado é o localizado (microaspersão), procurando-se atender a demanda hídrica da planta. A indução da floração da mangueira é sempre feita pela aplicação de nitrato de cálcio e nitrato de potássio.

O presente trabalho é composto por dois tratamentos (mangueira irrigada e caatinga nativa), dispostos em faixas, com dez repetições (10 pontos georeferenciados) (Figura 1).

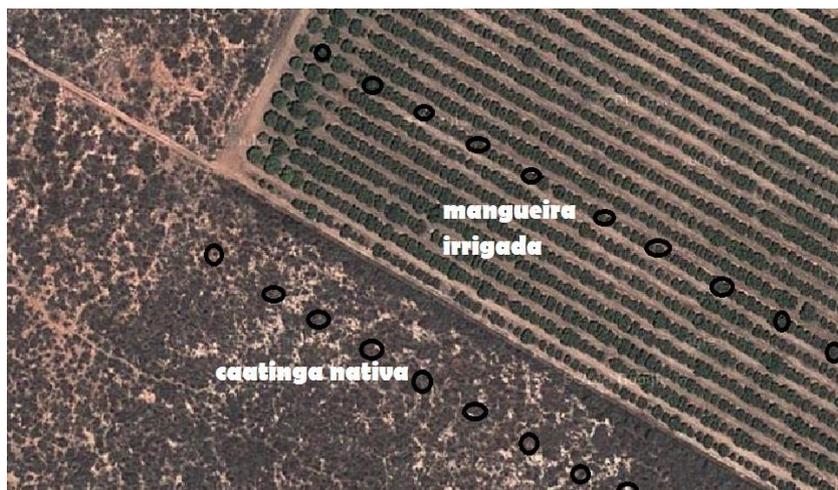


Figura 1. Croqui da área de coleta das amostras de solo sob mangueira irrigada e caatinga nativa.

Nas áreas sob mangueira irrigada e caatinga foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade. Ressalta-se que na área sob mangueira irrigada, foram coletadas amostras de solo na linha de plantio. Com isso, foram coletadas três amostras simples de cada profundidade para obtenção de amostra composta. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

As amostras de TFSA foram trituradas e passadas em peneira de 100 mesh (0,149 mm) para determinação do C orgânico total (COT), pelo método de oxidação via úmida com aquecimento externo (YEOMANS e BREMNER, 1988).

O fracionamento das substâncias húmicas foi realizado segundo o método sugerido pela International Humic Substances Society (SWIFT, 1996) e adaptado de Benites et al. (2003). Deste fracionamento foram obtidas as frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e huminas (FH), baseando-se na solubilidade em soluções ácidas ou alcalinas. O teor de C em cada fração húmica foi determinado pelo método de oxidação via úmida com aquecimento externo (YEOMANS e BREMNER, 1988). Foram calculadas as relações C_{FAH}/C_{FAF} , $C_{FH}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ e $C_{FAF}+C_{FAH}+C_{FH}/C_{Total}$ (LABRADOR-MORENO, 1996).

Nas amostras de TFSA foi realizado também o fracionamento físico da MOS, segundo metodologia proposta por Demolinari et al. (2008). Resumidamente, o método consistiu em agitar 15 g de TFSA com 30 mL de água destilada em tubos de centrífuga durante 16 h em agitador vertical, não se fazendo uso de dispersante químico. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 630 g por 15 min. e o sobrenadante passado em peneira de 100 mesh (0,149 mm) para coleta da matéria orgânica leve (FL). Como o procedimento adotado envolve o rompimento dos agregados por agitação contínua antes da separação, a FL isolada é constituída pelo compartimento inter e intra-agregados (SOHI et al., 2001). A matéria orgânica associada aos componentes minerais do solo e que sedimentaram no fundo do tubo de centrífuga foi considerada a fração pesada (FP). Após a separação, a FL foi seca em estufa a 72 °C por 72 h e, em seguida, pesada. Os teores de C orgânico da FP foram determinados por oxidação via úmida com aquecimento externo, segundo procedimento proposto por Yeomans e Bremner (1988).

Os estoques de C nas diferentes frações da matéria orgânica encontradas nas distintas camadas do solo foram calculados multiplicando-se os teores de C pela massa de solo da mata nativa (caatinga) para evitar o efeito da compactação nos estoques de matéria orgânica do solo (LEMMA et al., 2006).

Após a obtenção dos dados, foram realizadas análises descritivas para obtenção das estimativas da variância e aplicação do teste t de Student ($\alpha = 5\%$ de probabilidade) para a comparação das médias dos estoques de carbono orgânico dos solos sob mangueira irrigada e caatinga nativa. Ressalta-se que os resultados das análises de matéria orgânica do solo não levaram em consideração a variação em profundidade nos tratamentos, mas entre os tratamentos em cada camada de solo avaliada. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Sisvar 5.1 (FERREIRA, 2007).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Estoques de Carbono Orgânico Total

Os estoques de COT apresentados no presente estudo estão entre 3,77 t ha⁻¹ (2,29 g kg⁻¹) e 12,22 t ha⁻¹ (7,47 g kg⁻¹) (Figura 2), estando bem abaixo dos valores médios (4,50-29,00 g kg⁻¹) encontrados por Silva (2012) em Argissolo Amarelo latossólico de textura média/argilosa sob mangueira irrigada e caatinga nativa na região de Petrolina-PE. O baixo teor de argila (2,51 dag kg⁻¹) do Neossolo Quartzarênico contribui para uma menor proteção física e, ou, coloidal ao C orgânico do solo em virtude da não formação de complexos argilo-orgânicos, resultando em baixos estoques de COT (M_CCONKEY et al., 2003; TAN et al., 2004). Na proteção física (estrutural), a matéria orgânica fica retida no interior dos agregados (especialmente microagregados) do solo, enquanto na proteção coloidal ocorre associação íntima dos grupos funcionais da matéria orgânica com os colóides do solo (CARAVACA et al., 2004). Em solos mais arenosos, como o Neossolo Quartzarênico, a MOS é essencial principalmente para a retenção de água e suprimento de nutrientes, enquanto que em solos argilosos essa função se torna menos importante, mas cresce seu papel na manutenção de propriedades físicas. Assim, devido a esse forte relacionamento da matéria orgânica com outras propriedades do solo nas mais variadas texturas, é importante utilizar técnicas de manejo que mantenham ou aumentem o teor de matéria orgânica do solo (GRIGAL e VANCE, 2000).

A intervenção na vegetação nativa para implantação de culturas agrícolas pode levar a um decréscimo na matéria orgânica do solo devido a um incremento no processo erosivo, aceleração da decomposição, redução no aporte de material vegetal ou diferenças na qualidade dos resíduos. Os incrementos observados podem ocorrer devido ao crescimento vegetal ou às práticas de manejo (LUGO e BROWN, 1993). Vários fatores afetam a magnitude e a rapidez com que essas mudanças ocorrem, incluindo a natureza da exploração, tipo de solo, clima e vegetação original (POST e KWON, 2000).

O efeito da mudança do tipo de uso da terra promoveu diferença significativa ($p < 0,05$) no estoque de COT na camada de 0-10 cm do solo quando se comparou mangueira irrigada com caatinga nativa (Figura 2). O solo

sob cultivo de mangueira irrigada apresentou estoque de COT de 12,22 t ha⁻¹ enquanto que o solo sob caatinga nativa apresentou 7,92 t ha⁻¹ de COT, resultando no aumento de 54,29% no estoque de COT. O elevado estoque de COT no solo sob mangueira irrigada foi resultante do acúmulo dos resíduos orgânicos na superfície do solo advindos das plantas de mangueira, sendo fonte de C para o solo (SALTON et al., 2008; COSTA et al., 2009). Por outro lado, não se observou diferença significativa ($p < 0,05$) no estoque de COT na camada de 10-20 cm de profundidade. Isto se deve ao fato do acúmulo de matéria orgânica do solo ocorrer principalmente na camada mais superficial do solo, reduzindo-se em camadas mais profundas do perfil do solo. Resultado semelhante foi obtido por Coringa et al. (2010), os quais determinaram os estoques de COT em Neossolo Quartzarênico sob diferentes coberturas vegetais, e observaram que os estoques de COT foram inversamente proporcional a profundidade avaliada.

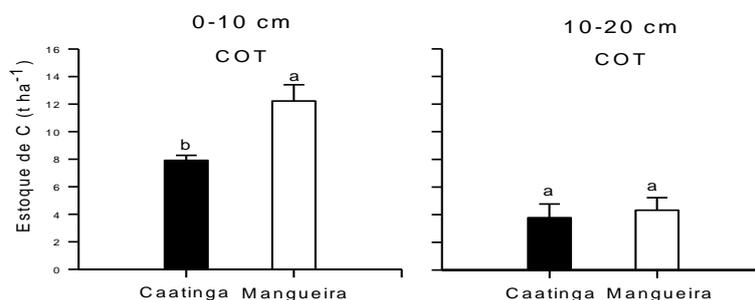


Figura 2. Estoques de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

3.3.2. Estoques de Carbono nas Substâncias Húmicas

O solo sob cultivo de mangueira irrigada apresentou maiores estoques de C na fração ácidos fúlvicos - FAF (1,32 t ha⁻¹), fração ácidos húmicos - FAH (1,82 t ha⁻¹), fração huminas - FH (9,64 t ha⁻¹) e substâncias húmicas - SH (12,79 t ha⁻¹) quando comparado ao solo sob caatinga nativa (FAF = 1,16 t ha⁻¹; FAH = 1,50 t ha⁻¹; FH = 6,09 t ha⁻¹; SH = 8,75 t ha⁻¹) na camada de 0-10 cm de profundidade (Figura 3). Comportamento semelhante foi observado para a

FAF, FAH e SH na camada de 10-20 cm de profundidade. Conforme supracitado acima, a deposição de resíduos orgânicos durante 20 anos de cultivo de mangueira favoreceu incremento nos estoques de C nas substâncias húmicas do solo. Em áreas sob mangueira irrigada, como no Vale do São Francisco, especialmente em solos com baixos teores de nutrientes, a fertilização para repor os nutrientes extraídos pela colheita pode levar a um incremento da produtividade primária, fazendo com que maiores quantidades de material vegetal possam retornar ao solo e aumentar os estoques de C das frações húmicas. Embora resultados de experimentos sejam escassos para mangueira irrigada, analisando informações de vários experimentos, Johnson e Curtis (2001) observaram que no geral cultura perenes (florestas plantadas) com aplicação de fertilizantes apresentavam maiores teores de C orgânico no solo.

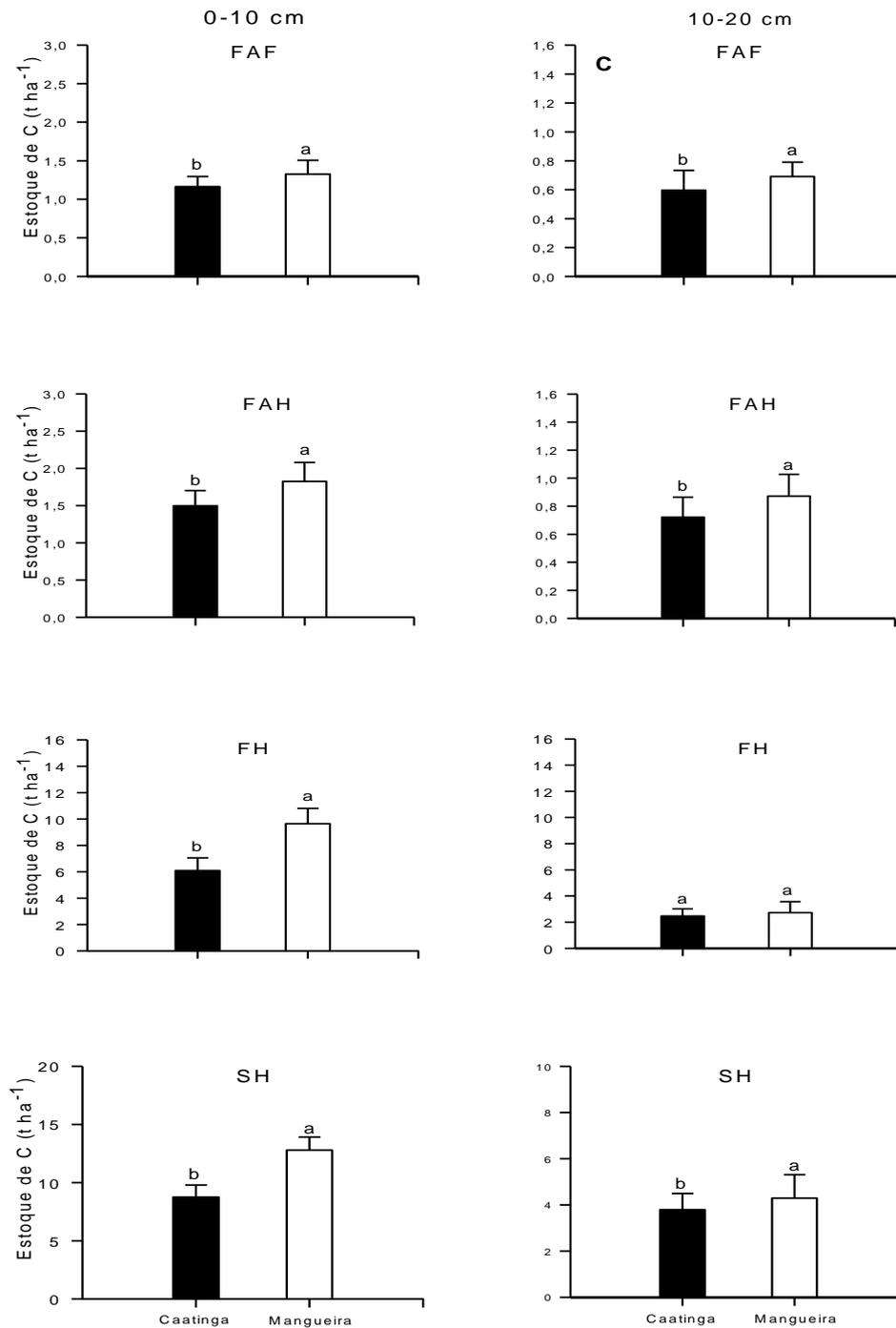


Figura 3. Estoques de C na fração ácidos fúlvicos (FAF), fração ácidos húmicos (FAH), fração huminas (FH) e substâncias húmicas (SH) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

Avaliando o impacto do cultivo de mangueira irrigada em relação à caatinga nativa sob Argissolo Amarelo textura média/argilosa em Petrolina – PE, Silva (2012) observou que a aplicação de compostos orgânicos na área sob mangueira irrigada resultou em aumento nos teores de C das frações húmicas da MOS quando comparado com a caatinga nativa. A grande restrição hídrica característica de ambientes semiáridos sob vegetação de caatinga nativa resulta em baixa produção de biomassa vegetal implicando na redução de aporte de resíduos orgânico no solo (MARIN et al., 2006). Por outro lado, nos pomares de mangueira irrigados, essa restrição não acontece favorecendo elevada produção da mangueira. Com isso, o aporte de material orgânico (folhas, raízes, restos de poda) no solo ao longo de 20 anos ocorre com maior frequência e em maior quantidade, favorecendo o aumento nos estoques de MOS, mesmo em solos bastante arenosos como o Neossolo Quartzarênico.

Após interferência na vegetação nativa e mudança na deposição de resíduos no ecossistema em estado de equilíbrio, tem-se a necessidade de um novo período de práticas de manejo constantes para que a matéria orgânica do solo alcance um novo ponto de estabilização. Nessas novas condições de equilíbrio, os estoques de matéria orgânica poderão ser menores, iguais, ou maiores que aquele antes do distúrbio. Essa é uma característica dependente do tipo de solo, vegetação e manejo (SWIFT, 2001). Em estudo realizado em solos cultivados com fruteiras, cana-de-açúcar e hortaliças em áreas irrigadas de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, Faria et al. (2007) encontraram que os cultivos de hortaliças, que são anuais, contribuem para reduzir os teores de matéria orgânica do solo, enquanto os de fruteiras e cana-de-açúcar para aumentá-los, devido ao aporte de resíduos orgânicos proporcionado pelo sistema de manejo dessas culturas.

Em sistema de adequado nível tecnológico com alta densidade de plantio de mangueira irrigada como no Vale do São Francisco, a poda, visando produção adequada, constitui uma prática de manejo realizada a cada ciclo de produção da cultura, resultando na deposição e manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, contribuindo para incrementar os estoques de MOS (FRANZLUEBBERS et al., 2007). Além do aspecto nutricional, a manutenção dos resíduos vegetais após a poda protege o solo do impacto direto das gotas da chuva, reduzindo o processo erosivo (MARTINS, 2005),

preservando a camada superficial do solo. Além disso, a manutenção dos resíduos vegetais aumenta o conteúdo de água e favorece o suprimento de nutrientes via mineralização ao longo do tempo (GONÇALVES, 2002). O acúmulo de resíduo na superfície do solo também constitui em fonte de energia para os organismos que participam da ciclagem biogeoquímica (KIEHL, 1985).

Em estudo realizado no Estado de Sergipe, avaliando o impacto de oito anos de cultivo de bananeira na MOS de Argissolo em relação à mata nativa, Guimarães et al. (2014) observaram que o cultivo de bananeira irrigada resultou em 14% de aumento no teor de COT. Os maiores teores de MOS encontrados na área de banana, quando comparados à área de mata nativa são decorrentes da incorporação dos restos culturais da cultura (folhas e pseudocaule) e do material roçado da própria área, atrelado ao aporte de material vegetal das espécies herbáceas.

Resultado divergente foi verificado por Caravaca et al. (2004), em estudo realizado na Espanha, que observou que o solo sob mata nativa apresentou maior estoque de C na FAF e FAH em comparação ao solo sob cultivo agrícola anual. O cultivo com culturas anuais com revolvimento freqüente do solo contribuiu para os menores estoques de C nas frações húmicas da MOS em relação à vegetação nativa. Além disso, a vegetação nativa se refere à floresta atlântica que aporta elevadas quantidades de resíduos orgânico para o solo. De acordo com Bayer e Mielniczuk (2008), sob vegetação natural a matéria orgânica do solo se encontra estável e, quando submetida ao uso agrícola, pode ocorrer redução acentuada no seu conteúdo, principalmente quando utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo expondo a MOS a ação microbiana, e sistemas de cultura com baixa adição de resíduos. A redução da MOS tem efeito negativo sobre a qualidade do solo, refletindo na ciclagem de nutrientes, menor atividade da biota e menor estabilidade de agregados (DANTAS et al., 2012). As áreas sob pomares de mangueira irrigada, por se tratar de culturas perenes em que não se observa freqüente revolvimento do solo, apresentam maiores teores de MOS e suas frações. O não revolvimento do solo em áreas de mangueira irrigada implica em maior proteção física e química da MOS contra a decomposição microbiana (GRINHUT et al., 2007; SILVA e MENDONÇA, 2007).

Os estoques de C nas frações húmicas do solo seguiram a ordem decrescente: FH>FAH>FAF (figura 3). Resultados semelhantes foram observados por Piccolo (2002), que afirma que o estoque de C na FAH normalmente é superior ao estoque de C na FAF. Em estudo realizado sob cerrado nativo, plantio convencional e plantio direto no Sudoeste Piauiense sob Latossolo Amarelo distrófico, Campos et al. (2013) também observaram que o estoque de C da FH foi predominante em relação ao estoque de C das demais frações húmicas na camada 0-5 cm. A FAF normalmente apresenta grande mobilidade no perfil do solo (SILVA e MENDONÇA, 2007), principalmente em solo muito arenoso (teor de argila = 2,51 dag kg⁻¹) como o Neossolo Quartzarênico. Além disso, a FH constitui a fração mais humificada da MOS, contribuindo para uma maior estabilização no solo (proteção bioquímica) (CUNHA et al., 2007). Avaliando as frações lábeis e recalcitrantes da MOS na camada 0–30 cm em Latossolo Vermelho distróferrico sob integração lavoura-pecuária em Maracaju-MS, Silva et al. (2011) observaram que a FH foi a fração mais recalcitrante da MOS em comparação a FAH e FAF, independentemente dos sistemas de manejo e profundidades analisadas.

A predominância da FH em relação às FAH e FAF corroboram os dados obtidos por Cunha et al. (2005) que analisaram as frações húmicas da MOS de diversos tipos de solos no Brasil. A FH da matéria orgânica do solo está intimamente associada à fração mineral do solo. A mais provável via de formação desta fração é a por herança, que descreve uma evolução direta dos compostos insolúveis lignificados, presentes na matéria orgânica pouco transformada e que constitui essencialmente a humina herdada ou humina residual (DUCHAUFOR, 1977). Avaliando a composição das SH de solos da Amazônia, Lima (2001) verificou predominância das FAH e FH, com menor contribuição das frações mais solúveis e móveis (FAF). Segundo o autor, este fato pode estar relacionado com a intensa humificação e rápida mineralização da matéria orgânica. Adicionalmente, o acúmulo de MOS pode contribuir para o aumento dos estoques de ácidos húmicos, por meio de processo de herança de compostos da matéria orgânica fresca, de maneira similar ao que ocorreria com a humina herdada, particularmente, da lignina (STEVENSON, 1994).

Em estudos envolvendo substâncias húmicas, a relação C_{FAH}/C_{FAF} pode ser considerada um índice de humificação da matéria orgânica presente no

solo (SOUZA e MELO, 2000), de modo que, valores superiores à unidade, indicam a predominância de polimerização da matéria orgânica. Não foram observadas diferenças na relação C_{FAH}/C_{FAF} entre os solos sob mangueira irrigada e caatinga nativa nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade (Tabelas 1). No entanto, numericamente todos os valores referentes à relação C_{FAH}/C_{FAF} foram superiores a 1,0, o que indica que as condições ambientais da região e o manejo da área com mangueira irrigada favoreceram a humificação, formando e acumulando FAH em detrimento da FAF no perfil do solo (Ortega, 1983). De acordo com Orlov (1998), o aumento nos estoques de C da FAH pode ser um indicador da melhoria da qualidade do húmus do solo ou do incremento da atividade biológica que promove a síntese de substâncias húmicas mais condensadas. Resultados semelhantes foram observados por Ebeling et al. (2013), ao avaliar o estoque de C nas frações húmicas de diversas amostras de Organossolo de diferentes regiões do Brasil, observando que os valores da relação C_{FAH}/C_{FAF} eram maiores do que 1, e concluindo que as condições ambientais favoreciam a estabilização do C na FAH.

Por outro lado, Leite et al. (2003) observaram que a relação C_{FAH}/C_{FAF} foi maior no solo sob vegetação nativa do que no solo sob sistemas de produção agrícola, justificando que em florestas naturais, sem perturbação do solo, há maior polimerização de compostos húmicos, aumentando a proporção da FAH em relação a FAF. Cunha et al. (2007) também encontraram valores da FAH maiores que FAF em solos Amazônicos sob floresta. Nas condições semiáridas sob mangueira irrigada possivelmente os fatores climáticos associados a qualidade do resíduo vegetal aportado, além do não revolvimento freqüente do solo, contribuíram para o processo de humificação da MOS, resultando em valores similares da relação C_{FAH}/C_{FAF} na mangueira irrigada e caatinga nativa.

A relação $C_{FH}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ indica o sentido do equilíbrio da transformação direta entre as frações húmicas (PIZAURO JR. e MELO, 1995), de modo que, valores maiores que a unidade apontam a polimerização da matéria orgânica no sentido dos ácidos fúlvicos para huminas. O solo sob cultivo de mangueira irrigada apresentou maior valor da relação $C_{FH}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ (3,09) quando comparado ao solo sob caatinga nativa (2,29) na camada de 0-10 cm de profundidade (Tabela 1), o que indica uma maior estabilidade estrutural da matéria orgânica do solo sob mangueira irrigada

nessa camada (LABRADOR-MORENO, 2002). Por outro lado, para a camada de 10-20 cm de profundidade, não se observou diferença na relação $C_{FH}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ entre os tratamentos avaliados. Logo, os efeitos da mudança no tipo de uso da terra, de caatinga nativa para mangueira irrigada, quanto estabilidade estrutural da matéria orgânica do solo ficaram restritos à camada mais superficial do solo. Este resultado confirma que 20 anos de acúmulo de resíduos orgânicos provenientes da mangueira irrigada, de maneira geral, favoreceu a maior proporção dos componentes de maior peso molecular na camada superficial do solo, o que confirma a presença de matéria orgânica de maior estabilidade. Dentre as frações húmicas, a humina é a fração que possui estrutura molecular mais complexa e peso molecular superior em relação aos ácidos húmicos e fúlvicos (SILVA e MENDONÇA, 2007).

Tabela 1. Valores das relações C_{FAH}/C_{FAF} , $C_{FH}/(C_{FAF}+C_{FAH})$ e $C_{FAF}+C_{FAH}+C_{FH}/C_{Total}$ nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

Tratamento	C_{FAH}/C_{FAF}	$C_{FH}/(C_{FAF}+C_{FAH})$	$C_{FAF}+C_{FAH}+C_{FH}/C_{Total}$
0-10 cm			
Caatinga	1,31a	2,29b	20,84a
Mangueira	1,41a	3,09a	14,24b
10-20 cm			
Caatinga	1,24a	1,91a	49,50a
Mangueira	1,27a	1,72a	39,17a

C_{FAF} : Carbono da fração ácidos fúlvicos; C_{FAH} : Carbono da fração ácidos húmicos; C_{FH} : Carbono da Fração huminas.

O solo sob cultivo de mangueira irrigada apresentou menor valor da relação $C_{FAF}+C_{FAH}+C_{FH}/C_{Total}$ (14,24) quando comparado ao solo sob caatinga nativa (20,84) na camada de 0-10 cm de profundidade (Tabela 1). Normalmente, nos solos os valores da relação $C_{FAF}+C_{FAH}+C_{FH}/C_{Total}$ estão entre 65 a 92 % (LABRADOR-MORENO, 1996). Valores inferiores podem indicar o aporte de resíduos orgânicos recém adicionados ao solo que ainda não tiveram tempo para evoluir (com menor grau de humificação) (LABRADOR-MORENO, 2002). Assim, o solo sob mangueira irrigada apresenta grandes quantidades de resíduos orgânicos recém adicionados provenientes principalmente da deposição de resíduos, poda da mangueira e das capinas efetuadas na área.

3.3.3. Fração leve e carbono da fração pesada da matéria orgânica do solo

O estoque da fração leve (FL) da MOS foi maior no solo sob cultivo de mangueira irrigada ($FL = 2,01 \text{ t ha}^{-1}$) nos primeiros 10 cm de profundidade quando comparado ao solo sob caatinga nativa ($FL = 0,66 \text{ t ha}^{-1}$), mas não foi observada diferença na camada de 10-20 cm de profundidade (Figura 5). A FL da MOS é composta basicamente por resíduos vegetais parcialmente decompostos, sendo fortemente influenciada pela quantidade e qualidade de resíduo depositado no solo (SIX et al., 2002). Com isso, o incremento da FL, principalmente na camada superficial no solo sob mangueira irrigada em comparação à caatinga nativa, reflete a maior deposição de resíduos que ocorre principalmente na superfície do solo. Essa recuperação da FL é importante, pois, embora seu estoque seja normalmente menor que outras frações mais estáveis da MOS, ela constitui compartimento com rápida ciclagem e que pode favorecer a biota do solo. Isso mostra que a FL pode ser utilizada como indicador sensível para detectar mudanças na qualidade do solo com diferentes usos e manejos (SIX et al., 2002; WU et al., 2004), embora nem sempre essa superioridade seja constatada (LEIFELD e KÖGEL-KNABNER, 2005).

Avaliando o teor de COT e C da FL em áreas com mandioca, banana, capoeira e Mata Atlântica no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba - SP, Fontana et al. (2011) observaram que os teores de COT foram similares e maiores para as áreas de mata e banana. Tal fato pode estar relacionado ao menor grau de antropização e maior aporte de resíduos orgânicos nas áreas de floresta e banana. Verificaram-se também maiores teores de C na FL nas áreas de capoeira e banana, com média de $6,80 \text{ g kg}^{-1}$. Os maiores teores de C na FL encontrados na área de banana, quando comparados à área de floresta são decorrentes da incorporação dos restos culturais da cultura (folhas e pseudocaule) e do material roçado da própria área, atrelado ao aporte de material vegetal das espécies herbáceas.

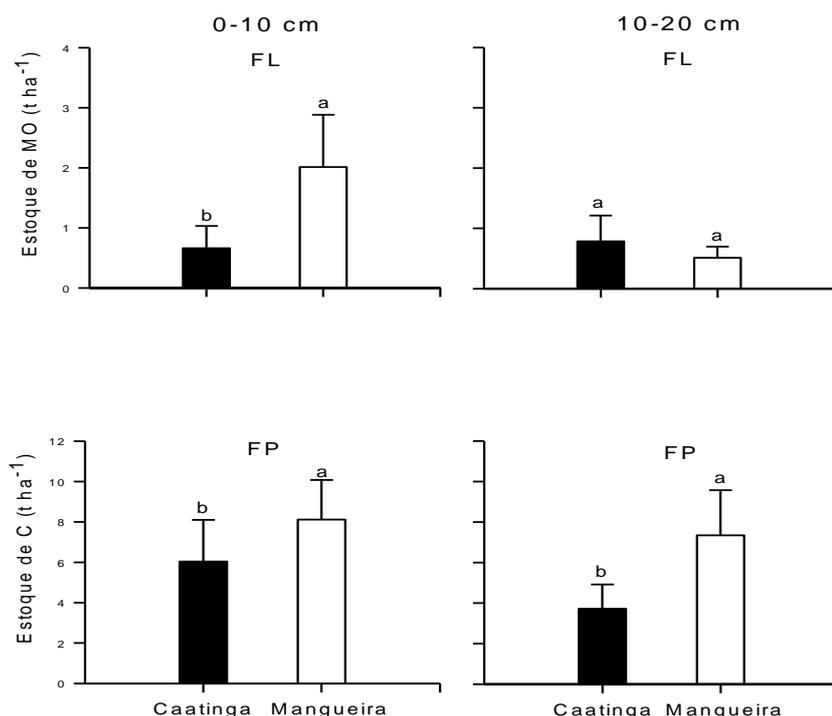


Figura 5. Fração leve (FL) e estoque de C da fração pesada (FP) da matéria orgânica do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm dos solos sob cultivo de mangueira irrigada e caatinga nativa.

O estoque de C da fração pesada (FP) da MOS também foi maior no solo sob mangueira irrigada (FP = 8,12 t ha⁻¹ e 7,35 t ha⁻¹) quando comparado ao solo sob caatinga nativa (6,04 t ha⁻¹ e 3,72 t ha⁻¹) para as camadas de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente (Figura 5). Em estudo realizado na região de Machado-MG, Rangel (2006) também observou que a área com o cultivo de café proporcionou aumento no estoque de C da FP da matéria orgânica do solo quando comparada à área com mata nativa. A FP da MOS, por ser mais estável às mudanças decorrentes do manejo em virtude da sua íntima associação com a fração mineral do solo, torna-se importante no acúmulo de carbono do solo (SOUZA et al., 2006; FREIXO et al., 2002).

Resultados opostos foram encontrados por Rangel e Silva (2007) que observaram redução nos estoques de C da FP de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado com milho quando comparado com a mata nativa na região de Lavras-MG. O maior revolvimento do solo sob plantio de milho,

expondo a MOS à decomposição microbiana, foi à principal causa da redução nos estoques de MOS sob cultivo de milho.

3.4. CONCLUSÕES

1. O cultivo de mangueira irrigada, em área anteriormente ocupada por caatinga nativa, promoveu maior estoque de COT na camada mais superficial do solo.
2. O cultivo de mangueira irrigada favoreceu maiores estoques de C da FAF, FAH, FH e SH quando comparado à caatinga nativa. Comportamento semelhante foi observado para o estoque de C da FP e para a FL da MOS.
3. O COT, frações húmicas, FL e FP foram indicadores sensíveis de mudança na MOS após implantação do cultivo de mangueira irrigada na região do Vale do Submédio São Francisco.

3.5. LITERATURA CITADA

ANUÁRIO brasileiro da fruticultura 2010. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2010. 128p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo:** Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.

BENITES, V.M.; MOUTTA, R. de O.; COUTINHO, H.L. da C.; BALIEIRO, F. de C. Análise discriminante de solos sob diferentes usos em área de mata atlântica a partir de atributos da matéria orgânica. **R. Árvore**, p.685-690, 2010.

BENITES, V.M.; MADAR, B.; MACHADO, P.L.O. de A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um Procedimento Simplificado de Baixo Custo. **Comunicado técnico Nº 16**, Embrapa. Rio de Janeiro, RJ, 2003. 7p

CAMPOS, L.P.; LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; BRASIL, E.L.; IWATA, B. de F. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, p.304-312, 2013.

CARAVACA, F.; LAX, A.; ALBALADEJO, J. Aggregate stability and carbon characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain. **Soil Till Res.**, 78, p.83-90, 2004.

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. **R. Bras. Ci. Solo**, p.147-157, 2009.

CORINGA, E.A.O.; MENDES, C.R.J.; OLIVEIRA, T.S.; FELFILI, D.M.C. Determinação do carbono orgânico total e das frações húmicas de um neossolo sob diferentes coberturas vegetais. **Associação Brasileira de Química**, 2010, <<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/5/5-468-8191.htm>>. Acessado em 11 de setembro, 2013.

COSTA, O.V.; CANTARUTTI, R.B.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M.; NACIF, P.G.S.; FARIAS, J.C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, p.1137-1145, 2009.

CUNHA, T.J.F.; MADARI, B.E.; BENITES, V. de M.; CANELLAS, L.P.; NOVOTNY, E.H.; MOUTTA, R. de O.; TROMPOWSKY, P.M.; SANTOS, G. de A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte Antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazonica**, p.91-98, 2007.

CUNHA, T.J.F.; CANELLAS, L.P.; SANTOS, G de A.; RIBEIRO, L.P. **Fracionamento da matéria orgânica humificada de solos brasileiros**. In: CANELLAS, L.P.; SANTOS, G. de A. (Ed.). *Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas*. Campos dos Goytacazes: UENF, 2005. Cap. 3, p. 54-80.

DANTAS, J.D.N.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ASSIS, C.P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **R. Bras. Eng. Agrí. Amb.**, 16 (1), p.18–26, 2012.

DEMOLINARI, M.S.M.; SILVA, I.R.; LIMA, A.M.N.; VERGUTZ, L.; SÁ MENDONÇA, E. Efeito da solução de separação densimétrica na quantidade e qualidade da matéria orgânica leve e na quantificação do carbono orgânico da fração pesada. **R. Bras. Ci. Solo**, p.871-879, 2008.

DUCHAUFOR, P. **Pedologie: pédogenése et classification**. Paris: Orstom, 1977. 478p.

EBELING, A.G.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; PÉREZ, D.V. Substâncias húmicas e suas relações com o grau de subsidência em Organossolos de diferentes ambientes de formação no Brasil. **Rev. Ciênc. Agron.**, p.225-233, 2013.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Informações Agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA**, p.1963-2009, Petrolina-PE, 2010.

FARIA, C.M.B. de; SILVA, M.S.L. da; SILVA, D.J. **Alterações em características de solos do Submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 36p. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 74).

- FERREIRA, D.F. **Sistemas para análise de variância para dados balanceados**. SISVAR versão 5.1. Lavras: UFLA, 2007. (Software).
- FONTANA, A.; SILVA, C.F.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BRITO, R.J.; BENITES, V. de M. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Sci. Agron.**, p.545-550, 2011.
- FRANZLUEBBERS, A.J.; SCHOMBERG, H.H.; ENDALE, D.M. Surface-soil responses to paraplowing of longterm no tillage cropland in the Southern Piedmont - USA. **Soil Till.Res.**, p.303-315, 2007.
- FREIXO, A.A.; MACHADO P.L.O.A.; GUIMARÃES C.M.; SILVA C.A.; FADIGAS F.S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, 26, p.425-464. 2002.
- GAMA-RODRIGUEZ, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUEZ, A.C.; SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade microbiana do solo em plantações de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo.**, 29, p.893-901, 2005.
- GONÇALVES, J.L.M. **Conservação do solo**. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L., eds. Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba, IPEP, 2002. p.47-129.
- GUIMARÃES, D.V.; GONZAGA, M.E.; MELO NETO, J. de O. Gestão da matéria orgânica do solo e armazenamento de carbono em plantações de frutas tropicais. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, p.301–306, 2014.
- GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREALL, C.M.; ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic-matter quality in agricultural soils. **Canadian J. Soil Sci.**, p.367-385, 1994.
- GRIGAL, D.F.; VANCE, E.D. Influence of soil organic matter on forest productivity. New-Zealand. **J. For. Sci.**, 30, p.169-205, 2000.
- GRINHUT, T.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Degradation and transformation of humic substances by saprotrophic fungi: processes and mechanisms. **Fungal Biology Reviews**, v.21, p.179-189, 2007.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1985. 492p.

JOHNSON, D.W.; CURTIS, P.S. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. **For. Ecol. Manag.**, 140, p.227-238, 2001.

LABRADOR-MORENO, J. **La materia orgánica en los agrosistemas**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, 2002. 294p.

LABRADOR-MORENO, J. **La materia orgánica en los agrosistemas**. Madrid: Ministeria Agrcultura, 1996. 176p.

LEIFELD, J.; KÖGEL-KNABNER, I. Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under different land-use? **Geoderma**, 124, p.143-155, 2005.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A.; GALVÃO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.821-832, 2003.

LEMMA, B.; KLEJA, D.B.; NILSSON, I.; OLSSON, M. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia **Geoderma**, 136, p.886-898, 2006.

LIMA, H.N. **Gênese, química e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental**. 176f. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa-MG.

LUGO, A.E.; BROWN, S. Management of tropical soils sinks or sources of atmospheric carbon. **Plant Soil**, 149, p.27-41, 1993.

MARIN, A.M.P; MENEZES, R.S.C.; SILVA, E.D.; SAMPAIO, E.V.de S.B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. **R. Bras. Ci. Solo**, p.555-564, 2006.

MARTINS, S.G. **Erosão hídrica em povoamento de eucalipto sobre solos coesos nos Tabuleiros Costeiros-ES**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2005. 106p. (Tese de Doutorado)

McCONKEY, B.G.; LIANG, B.C.; CAMPBELL, C.A.; CURTIN, D.; MOULIN, A.; BRANDT, S.A.; LAFOND, G.P. Crop rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian prairie soils. *Soil Till. Res.*, 74, p.81-90, 2003.

MENDHAM, D.S.; HEAGNEY, E.C.; CORBEELS, M.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S.; McMURTRIE, R.E. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. **Soil Biol. Bioch.**, p.1067-1074, 2004.

ORLOV, D.S. Organic substances of Russian soils. **Eur. Soil Sci.**, Moscow, v. 31, n° 9, p. 946-953, 1998.

ORTEGA, F.S. El humus de los suelos de Cuba: I. Suelos derivados de esquistos ácidos. **Ci. de la Agric.**, p.63-89, 1983.

PICCOLO, A. The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. **Adv. Agronomy**, p.57-134, 2002.

PIZAURO JUNIOR, J.M.; MELO, W.J. Influência da incorporação da parte aérea de sorgo ou lablabe nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho Escuro. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 19, p.95-103, 1995.

POST, W.M.; KWON, K.C. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. **Global Chan. Biol.**, 6, p.317-327, 2000.

RANGEL, O.J.P. **Estoques e frações da matéria orgânica e suas relações com o histórico de uso e manejo de Latossolos**. 2006. 171p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade federal de Lavras, Lavras-MG.

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. **R. Bras. Ci. Solo**, p.1609-1623, 2007.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. 1. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 88p.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRICIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade

de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 32, p.11-21, 2008.

SILVA, E.F.; LOURENTE, E.P.R.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M.; FERREIRA, A.K.T.; FUJII, G.C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesq. Agropec. Bras.**, p.1321-1331, 2011.

SILVA JUNIOR, C.A.; BOECHAT, C.; CARVALHO, L. Atributos químicos do solo sob conversão se floresta Amazônica para diferentes sistemas na Região Norte do Pará, **Bras. Biosci. J.**, p.566-572, 2012.

SILVA, J.R. **Frações da matéria orgânica do solo devido ao uso de compostos orgânicos em um argissolo amarelo no semiárido brasileiro**. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. **Matéria orgânica do solo**. 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. Soc. Bras. Ci. Solo, 2007. Cap. 6, p.274-374.

SIX, J.; CONANT, R.T.; PAUL, E.A.; PAUSTIAN, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. **Plant Soil**, p.155–176, 2002.

SOHI, S.P.; MAHIEU, N.; ARAH, J.R.M.; POWLSON, D.S.; MADARI, B.; GAUNT, J.L. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, p.1121-1128, 2001.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZETTI, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. **Acta Sci. Agron.**, p.323-329, 2006.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **R. Bras. Ci. Solo**, v.24, p.885- 896, 2000.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**. New York, John Wiley, 1994. 496p.

SWIFT, R.S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER, M.E. (Ed.). Methods of soil analysis. **Madison: Soil Science Society of America: American Society of Agronomy**, 1996. p. 1011-1020.

SWIFT, R.S. Sequestration of carbon by soil. **Soil Sci.**, 166, p.858-871, 2001.

TAN, Z.X.; LAL, R.; SMECK, N.E.; CALHOUN, F.G. Relationships between surface soil organic carbon pool and site variables. **Geoderma**, 121, p.187-195, 2004.

UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense.
http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/so_comporg.html. 2013.
Acessado em 25 de setembro, 2013.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil. Sci. Plant Anal.**, 13, p.1467-1476, 1988.

WU, T.; SCHOENAU, J.J.; LI, F.; QIAN, P.; MALHI, S.S.; SHI, Y.; XU, F. Influence of cultivation and fertilization on total organic carbon and carbon fractions in soils from the Loess Plateau of China. **Soil Till. Res.**, 77, p.59-68, 2004.

4. CONCLUSÕES GERAIS

1. O cultivo de mangueira irrigada, em área anteriormente ocupada por caatinga nativa, promoveu alteração nas propriedades químicas do solo, aumentando os teores de macronutrientes (P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺), Na, soma de bases e saturação por bases. Comportamento semelhante foi observado para os teores de Cu²⁺, Mn²⁺ e Zn²⁺ na camada mais superficial do solo.
2. As características físicas do solo avaliadas (DS, DP e Pt) foram indicadores poucos sensíveis à mudança de uso do solo.
3. O cultivo de mangueira irrigada favoreceu maiores estoques de COT e C das frações húmicas, C da FP e FL da MOS quando comparado à caatinga nativa.
4. O COT, frações húmicas, FL e FP foram indicadores sensíveis de mudança na MOS após implantação do cultivo de mangueira irrigada na região do Vale do Submédio São Francisco.