

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO**

**INDICADORES DE QUALIDADE PARA UM LATOSSOLO AMARELO  
COESO SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJOS DO SOLO NAS  
CONDIÇÕES DO RECÔNCAVO BAIANO**

Fábia da Conceição Machado

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

Junho – 2008

-

**INDICADORES DE QUALIDADE PARA UM LATOSSOLO AMARELO  
COESO SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJOS DO SOLO NAS  
CONDIÇÕES DO RECÔNCAVO BAIANO**

Fábria da Conceição Machado

Engenheira Agrônoma  
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2005

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de  
Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade  
Federal da Bahia como requisito parcial para  
obtenção do Grau de Mestre em Ciências  
Agrárias, Área de Concentração: Ciência do solo.

**Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria de Fátima da S. P. Peixoto**

**Co-orientador: Dr. José Eduardo Borges de Carvalho**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2008

## FICHA CATALOGRÁFICA

M149 Machado, Fábria da Conceição  
Indicadores de Qualidade para um Latossolo Amarelo  
Coeso submetido a dois sistemas de manejo do solo nas  
condições do Recôncavo Baiano/ Fábria da Conceição  
Machado. - Cruz das Almas, BA, 2008.  
671f.; il. graf.

Orientadora: Maria de Fátima da Silva P. Peixoto  
Co-Orientador: José Eduardo Borges de Carvalho  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e  
Biológicas.

1. Citros – manejo de solo. 2. Citros – qualidade de solos. I.  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências  
Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título

CDD 634.304

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
EFEITO DO MANEJO DO SOLO NA ATIVIDADE E BIOMASSA MICROBIANA EM UM LATOSSOLO AMARELO COESO NO RECÔNCAVO DA BAHIA	
Capítulo 2	
EFEITO DO MANEJO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO COESO DO RECÔNCAVO DA BAHIA	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

**INDICADORES DE QUALIDADE PARA UM LATOSSOLO AMARELO  
COESO SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJOS DO SOLO NAS  
CONDIÇÕES DO RECÔNCAVO BAIANO**

AUTORA: Fábria da Conceição Machado

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto

CO - ORIENTADOR: Dr José Eduardo Borges de Carvalho

Resumo: Objetivou-se avaliar a qualidade de um Latossolo amarelo coeso do Recôncavo Baiano, cultivado com lima ácida 'Tahiti', submetido a dois sistemas de manejos do solo. O trabalho foi conduzido no município de Cruz das Almas - Ba, em uma área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa. Os tratamentos utilizados foram: T1- ( sistema integrado –subsolagem cruzada + herbicida glifosate nas linhas + amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*), nas entrelinhas. T2 –( sistema convencional - aração + gradagem no plantio + controle mecânico do mato com três a quatro capinas nas linhas e mesmo número de gradagens nas entrelinhas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 ( duas profundidades e dois manejos) com seis repetições (avaliações químicas),e fatorial 4x2 ( quatro profundidades e dois manejos)com duas repetições (avaliações físicas).Para avaliação biológicas o delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2x2 ( duas profundidades, dois manejos e duas épocas) com seis repetições. Os parâmetros avaliados foram pH, saturação por alumínio, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e matéria orgânica (com amostras retiradas nas profundidades de (0,0 – 0,10m e 0,10 – 0,30m), porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica do solo saturado e resistência à penetração (amostras retiradas nas profundidades 0,0 - 0,10 m, 0,10 – 0,20 m, 0,20 – 0,40m e 0,40 - 0,60 m), carbono da biomassa microbiana do solo, respiração basal do solo e quociente metabólico,( retiradas amostras nas profundidades 0,0-0,10 e 0,10-0,30 m , em duas épocas do ano – seca e chuvosa). Concluiu-se que: O sistema de manejo integrado, melhora a qualidade química do Latossolo amarelo coeso na camada superficial, bem como a qualidade física nesta mesma camada, no

que diz respeito a movimentação de água e aeração não oferecendo resistência ao crescimento das raízes.; O sistema de manejo integrado contribui para melhorar a qualidade biológica do latossolo amarelo coeso, no que diz respeito a imobilização do carbono da biomassa microbiana, propiciando uma reserva prontamente disponível deste elemento no solo.

**Palavras – chave:** citros, sistemas de manejo, qualidade do solo.

**QUALITY INDICATORS FOR A YELLOW LATOSSOL COHESIVE  
SUBMITTED MANAGEMENT THE TWO SYSTEMS OF SOIL IN CONDITION  
OF RECÔNCAVO BAIANO**

**Author:** Fábila da Conceição Machado

**Advisor:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto

**Co - Advisor:** Dr José Eduardo Borges de Carvalho

**Abstract:** This study aimed to evaluate the influence of two soil management systems in the quality of Cohesive Yellow Latosol, cultivated with 'tahiti' acid lime grafted on *Swingle citrumelo*. The work was carried out at Embrapa Cassava and Fruits, Cruz das Almas, Bahia, Brazil. The treatments were: T1- integrated management systems - Glyphosate herbicide in dose of 200 mL /20 L H<sub>2</sub>O, in the plantation line + perennial peanut (*Arachis pintoi*), in interrows and T2 - conventional tillage - plowing + disking + three or four hoeing within planting lines and the same number of disking in interrows. A randomized blocks design, in a 2x2 factorial (two managements, two depths), with six replications and 4x2 factorial (two managements, four depths), with two replications was used for chemical and physical evaluations respectively, for biological evaluation was used a randomized blocks design, in a 2x2x2 factorial (Two depths, two management and two seasons) , with six replications. The evaluated parameters were: pH, CTC, m%, V% and MO (samples collected in depth of 0,0 – 0,10 and 0,10 – 0,30 m), total porosity, macroporosity, microporosity, bulk density, saturated hydraulic conductivity and soil penetration resistance (undisturbed samples collected in depth of 0,0 – 0,10, 0,10 – 0,20, 0,20 – 0,40 and 0,40 – 0,60 m), carbon of the microbial biomass of soil, basal respiration of soil and metabolic quotient (samples collected in depth of 0,0 – 0,10 and 0,10 – 0,30 m). The results showed that the integrated management systems improved the chemical quality of the Cohesive Yellow Latosol in a soil surface, as well as, the physical quality for water movement and aeration, allowing the plant growing. This integrated systems improved the biological quality of Cohesive Yellow Latosol, to the immobilization of carbon in a microbial biomass of soil, allowing form a carbon reserve in the line and interrows of both management systems

**Key words:** Citrus, management systems, soil quality.

## INTRODUÇÃO

### 1. A citricultura e os solos de Tabuleiros Costeiros

A citricultura brasileira tem grande importância econômica e social. O Estado de São Paulo é o maior produtor brasileiro. Nos últimos anos a participação do Brasil no mercado de frutas tropicais aumentou significativamente, destacando-se a lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka), com cerca de 46.829 ha plantados, nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, mais recentemente, no Rio Grande do Sul (IBGE, 2006). Com uma colheita de 41.132 toneladas e 2.689 hectares de área colhida a Bahia é o segundo produtor nacional (IBGE 2006).

Os solos dos Tabuleiros Costeiros são formações terciárias que aparecem desde o Amapá até o Rio de Janeiro, na faixa litorânea, onde predominam os Latossolo Amarelos e Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos que têm como características, camadas coesas subsuperficiais, que se apresentam muito duras quando secas, e friáveis quando úmidas (JACOMINE et al., 1977). O início da camada coesa ocorre entre as profundidades de 0,3 a 0,7 m, sendo a espessura destas, no mínimo, 0,5 m (RIBEIRO, 1998). Para a região Nordeste, estes solos têm grande importância social e econômica, porque estão situados na sua faixa costeira úmida, com precipitações regulares em torno de 1.200 mm/ano, abrigando grandes centros populacionais, onde existem vários portos e infra-estrutura para exportação de produtos agrícolas. São solos normalmente profundos, situados em relevo plano a suave ondulado, oferecendo desta forma, facilidades para o desenvolvimento da agricultura intensiva. Neste ambiente, no Nordeste brasileiro as atividades agrícolas ocupam 10 milhões de hectares e geram aproximadamente 30 e 40% do PIB referentes às culturas temporárias e anuais, respectivamente (JACOMINE, 1996; RIBEIRO, 1996; CINTRA et al., 1997). Os pomares instalados nesses solos têm pouco tempo de vida produtiva. A maioria das plantas com a idade de 12 a 15 anos apresenta baixa produtividade de frutos, sem resposta às práticas usuais de adubação e controle fitossanitário. Entre outros problemas, questiona-se o fato de o sistema radicular desenvolver-se sobre as camadas

coesas subsuperficiais, que restringem seu desenvolvimento em profundidade e disponibilizam pequeno volume de solo e água. CINTRA et al. (1999), mostraram que as raízes de cinco diferentes porta-enxertos de citros, instalados nos Tabuleiros, mantiveram cerca de 60% das raízes nos primeiros 0,2 m e 90% nos primeiros 0,4 m. Outro impedimento ao desenvolvimento das raízes, foi observado por Coelho et al. (1993), que analisaram o solo de 60 pomares de citros desta região e observaram que, na camada de 0-0,20 m, 85% dos solos estavam com pH menor que 5,5 e baixos teores de Ca, Mg e P. Na profundidade de 0,20-0,40 m, diminuíram o pH e o nível de nutrientes e aumentou o Al. A ocorrência da coesão nesses solos, em função de sua gênese, reduz os macroporos, que são os principais condutores de água no perfil do solo, o que dificulta a dinâmica da água no perfil do solo, restringindo o fluxo de água no processo de molhamento/secamento (SOUZA e PAIVA, 2001). Os pomares de citros instalados nos Tabuleiros Costeiros sofrem as maiores deficiências de água no final do período seco (CINTRA et al., 2000), e a ausência de água disponível às plantas pode atingir a profundidade de até 0,90 m, durante 10 semanas (PAIVA et al. 1998). Entre as alternativas de manejo para as camadas coesas, existem: a prática da subsolagem, capaz de romper zonas compactadas ou coesas, e o plantio de leguminosas, que possuam um sistema radicular profundo e agressivo, capaz de penetrar estas camadas.

## **2 - Cobertura Vegetal**

Práticas de manejo como o emprego de plantas de cobertura são relevantes para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos. As leguminosas se destacam por formarem associações simbióticas com bactérias fixadoras de  $N_2$ , o que resulta no aporte de quantidades expressivas desse nutriente no sistema solo-planta. No entanto, há espécies herbáceas de ciclo perene, de uso forrageiro, com grande potencial de utilização como cobertura viva permanente de solo, notadamente em pomares. O amendoim forrageiro é uma leguminosa herbácea perene, de crescimento rasteiro, estolonífera. Possui raiz pivotante que cresce em média até cerca de 30 cm de profundidade (PERIN et. al., 2003).

A cobertura viva protege o solo dos agentes climáticos, mantém ou aumenta o teor de matéria orgânica do solo, mobiliza e recicla nutrientes e favorece a atividade biológica do solo (GUERRA e TEIXEIRA, 1997; PERIN, 2001; DUDA ET AL., 2003). Contudo, a identificação e adequação desse grupo de leguminosas nos sistemas de produção é ainda um desafio.

Cintra (1988) ressalta a importância da utilização das leguminosas como plantas de cobertura, enfatizando sua influência na diminuição do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, na elevação do teor de matéria orgânica e de nutrientes no solo.

Em trabalhos realizados por Favero et al. (1998) confirma-se o grande potencial das leguminosas em promover o aumento da biomassa e ciclagem de nutrientes, observando ainda que a presença de outras plantas espontâneas não reduziram a produção total de biomassa e o acúmulo de nutrientes.

Carvalho et al. (1998) comprovaram que é fundamental nas condições tropicais, a manutenção da cobertura do solo seja pela vegetação nativa, por coberturas vegetais implantadas (leguminosas, gramíneas e crucíferas) ou pela própria vegetação espontânea dessecada por herbicida para a formação de cobertura morta.

### **3 - Qualidade do Solo**

Nos últimos anos, devido à rápida degradação do solo com exploração agrícola, a preocupação com a qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tem crescido muito. As práticas de manejo inadequadas têm levado os solos do mundo todo à degradação e conseqüentemente à perda de qualidade. Portanto, a perda da qualidade do solo, além de um componente a ele inerente, determinado por suas propriedades físicas, químicas e biológicas, dentro das restrições impostas pelo clima e o ecossistema, inclui um componente determinado pelas decisões de uso da terra e práticas de manejo (DORAN, 2000).

A qualidade do solo, conceito que atribui ao solo várias funções é definida como a capacidade do mesmo para funcionar nos limites do ecossistema, sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (DORAN e PARKIN, 1994).

Segundo Sposito & Zabel (2003), não basta o solo apresentar apenas alta fertilidade, mas também deve possuir boa estruturação e abrigar uma alta diversidade de organismos. No entanto, a qualidade do solo influencia o potencial de uso, a produtividade e a sustentabilidade global do agroecossistema, sendo fundamental seu estudo para a utilização de uma adequada prática de manejo.

De acordo com Santana & Bahia Filho (1998), a avaliação da qualidade do solo pode ser realizada pelo monitoramento de seus atributos ou características físicas, químicas e biológicas. Entre estes, têm sido recomendados aqueles atributos ou indicadores que podem sofrer mudanças em médio prazo, tais como densidade e porosidade, estado de agregação e de compactação, conteúdo de matéria orgânica e nível de atividade biológica. A avaliação da qualidade por meio de atributos do solo é bastante complexa devido à grande diversidade de usos, à multiplicidade de inter-relações entre fatores físicos, químicos e biológicos que controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação, no tempo e no espaço. Entre os vários indicadores de qualidade do solo, os de caráter biológico têm sido cada vez mais considerados como sensíveis, tendo relação direta com a atividade e diversidade microbiana, qualidade do solo e da vegetação e sustentabilidade do ecossistema (DORAN et al., 1994).

#### **4 - Indicadores biológicos da qualidade do solo**

Os processos microbianos são uma parte integrante da qualidade do solo e a atividade dos microrganismos pode servir como indicador biológico para a compreensão da estabilidade e produtividade, dentro de um sistema (TURCO e BLUME, 1999). A qualidade do solo depende de atributos físicos, químicos e biológicos e sua caracterização requer a seleção de indicadores mais sensíveis aos efeitos do manejo do solo (MARINARI, et al., 2006). Os atributos associados com a atividade biológica respondem rapidamente aos efeitos do uso do solo, demonstrando que podem ser úteis como indicadores de Qualidade do solo (PEIXOTO et al., 2006; BARRIOS et al., 2006; FRANCHINI et al., 2007). Além de constituírem informação complementar na avaliação qualitativa dos solos, os indicadores biológicos têm sido

freqüentemente sugeridos como mais sensíveis aos impactos causados pelo manejo do solo, quando comparados àqueles de caráter físico ou químico (STABEN et al., 1997; TRASAR-CEPEDA et al., 1998; KNOEPP et al., 2000; LEIRÓS et al., 2000; BENDING et al., 2004), sendo relevante na distinção de tratamentos em experimentos que se avaliam diferentes práticas de manejo, ou na avaliação precoce de eventuais efeitos adversos do manejo sobre a qualidade do solo, permitindo a adoção antecipada de medidas corretivas ou de controle.

Um solo de qualidade possui intensa atividade biológica e contém populações microbianas balanceadas, sendo vários os indicadores microbiológicos que podem ser utilizados para fornecer uma estimativa da qualidade do solo (TÓTOLA e CHAER, 2002). Por isso, o conhecimento dos fatores que afetam os microrganismos do solo é fundamental para a manutenção sustentável do ambiente (WANG et al., 2006; VAZQUÉZ-MURRIETA, 2006). Por atuarem nos processos de mineralização/imobilização, os microrganismos do solo são considerados fonte e dreno de nutrientes.

Por constituir a fração viva da matéria orgânica, a biomassa microbiana é responsável por diversos processos biológicos e bioquímicos no solo possuindo relação direta com as condições do solo. Por isso é utilizada como um indicador de sua qualidade, constituindo assim, um meio de transformação para todos os materiais orgânicos do solo e atuando como reservatório de nutrientes vegetais (MOREIRA e SIQUEIRA, 2003),

A vegetação influencia diretamente a biomassa microbiana e, por isso, sua eliminação ocasiona uma drástica queda da biomassa de carbono, como revelam estudos envolvendo desmatamento (CAMPOS, 1998). A atividade e a biomassa microbiana, por sua vez, são influenciadas, entre outros fatores, por temperatura, aeração e disponibilidade de substratos no solo (CATELLAN & VIDOR, 1990).

Segundo Geraldes (1995), além da diferença na biomassa microbiana ocorrida entre diferentes sistemas de preparo, ocorre uma variação sazonal da biomassa microbiana, onde em estudos com solos arenosos sob pastagens da Amazônia, foi encontrada uma relação direta entre o aumento da população da biomassa microbiana e a disponibilidade de nutrientes advindos da serapilheira e o aumento da umidade do solo, no início da estação chuvosa.

Costa et al. (2006), analisando a qualidade do solo em sistema convencional e plantio direto em solos de cerrado, verificaram uma variação de 228 a 358 mg kg<sup>-1</sup>, para carbono da biomassa microbiana nas parcelas sob sistema convencional e plantio direto, respectivamente. Este autor ainda encontrou variações nos valores de respiração basal tendo maiores resultados no sistema de plantio direto. Concluíram que o uso do solo para produção agrícola, independentemente do sistema de cultivo, resulta em modificações nos atributos de qualidade do solo.

Cerri et al. (1985) quantificaram a biomassa microbiana de um Latossolo Amarelo distrófico, em condições de mata natural, mata recém-queimada e capoeira de três anos. Observaram que a biomassa microbiana está restrita aos 15 cm superficiais do solo equivalendo a 26mg C/m<sup>2</sup>, ou seja, 1,3% do carbono total nesta camada, na mata natural. Na área com desmatamento e queima da vegetação, houve uma queda de 2/3 da biomassa inicial que desaparece totalmente nos 10 cm superficiais. Em solo cultivado por dois anos e deixado depois em pousio por três anos, verificaram uma recuperação da biomassa da superfície até os 30 cm, mostrando que a biomassa volta a ser a mesma do solo sob mata natural, tendo distribuição diferente por ficar concentrada na superfície do solo. Segundo Vargas & Scholles (2000), a atividade microbiana apresentou uma distribuição diferenciada nas camadas de 0-5 e 5-15 cm, conforme os manejos avaliados, com seus maiores valores observados na camada.

Importantes resultados obtidos em trabalhos realizados por Ferreira et al. (2000), relatam diferenças significativas na biomassa e atividade microbiana entre os sistemas de plantio direto e convencional e entre sistemas de rotação e sucessão de culturas. O uso de diferentes implementos agrícolas no preparo do solo também pode alterar a biomassa microbiana do solo (RAMOS et al. 2000).

Silva et al. (2002), quantificando o carbono da biomassa microbiana em diferentes sistemas de preparo do solo, em cinco profundidades, num Latossolo Vermelho-Escuro, em uma área virgem típica de Cerrado, observaram que a dinâmica de sistemas de preparo do solo, tem efeitos sobre a biomassa microbiana do solo.

Portanto a biomassa microbiana atua como índice de qualidade do solo podendo refletir as alterações do meio e fornecer subsídios para o planejamento do uso da terra (MAIA 2003; AQUINO et al., 2005; BARETTA et al., 2005).

A avaliação da respiração do solo é a técnica mais freqüente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana (ALEF, 1995). Segundo Nannipieri (1984), a atividade microbiana é utilizada como uma maneira de melhor entender os processos de mineralização e visualizar mais profundamente a intensidade dos fluxos de energia no solo. A respiração microbiana apresenta grande potencial de utilização como indicador da qualidade de solos em áreas degradadas, relacionando-se com a perda de carbono orgânico do sistema solo-plantas para a atmosfera, reciclagem de nutrientes e resposta a diferentes estratégias de manejo do solo (PARKIN et al., 1996). Portanto, a biomassa microbiana e a atividade da biomassa do solo, são atributos muito sensíveis ao manejo do solo, sendo os primeiros a serem afetados quando ocorre a mudança de um sistema em que não há ação antrópica, para um sistema cultivado. Por isso, devem-se definir níveis adequados de cada atributo do solo a fim de se realizar o manejo com menor degradação do solo.

A relação entre a respiração microbiana e a biomassa microbiana de carbono resulta no quociente metabólico ( $qCO_2$ ), que tem sido usado como indicador do grau de desenvolvimento de um ecossistema ou grau de perturbação a que um agroecossistema está sujeito (ANDERSON & DOMSCH, 1993). O  $qCO_2$  indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002).

Conforme Tótola e Chaer (2002) o baixo  $qCO_2$  indica economia na utilização de energia, refletindo um ambiente mais estável e mais próxima do seu equilíbrio. Maiores valores de  $qCO_2$  indicam que a população microbiana está consumindo mais carbono oxidável para sua manutenção. De acordo com Anderson & Domsh (1993) quocientes metabólicos elevados são um indicativo de comunidades microbianas em estágios iniciais de desenvolvimento, com

maior proporção de microrganismos ativos em relação aos inativos, ou seja, um indicativo de populações microbianas sob algum tipo de estresse metabólico.

## **5. Influências dos sistemas de manejos nos indicadores de qualidade do solo.**

Diversos atributos físicos do solo têm sido utilizados para quantificar as alterações provocadas pelos diferentes sistemas de manejo, ou até mesmo, como indicadores de qualidade do solo. Segundo Vieira & Muzille (1995), os efeitos diferenciados sobre os atributos físicos devido ao tipo de preparo de solo adotado em cada sistema de manejo, são dependentes da intensidade de revolvimento, do trânsito de máquinas, do tipo de equipamento utilizado, do manejo dos resíduos vegetais e das condições de umidade do solo no momento do preparo.

O revolvimento contínuo e o intenso uso do solo podem resultar em diminuição de sua qualidade. A agricultura convencional, por exemplo, inicia processos que podem danificar o solo, alterando suas propriedades, tais como textura, porosidade, fertilidade e atividade biológica (MUÑOZ et al., 2007). Desta forma, tem sido muito comum avaliar a qualidade do solo submetido a diferentes manejos, a fim de identificar áreas com problemas de produção, proporcionar estimativas realistas de produção, monitorar mudanças na qualidade ambiental e definir a tecnologia mais racional de uso do solo (DORAN, 2002).

De modo geral, o solo mantido em estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas como permeabilidade, estrutura, densidade do solo e porosidade, adequados ao desenvolvimento normal de plantas (ANDREOLA et al., 2000 citado por NEVES et al.2007). À medida que essas áreas vão sendo incorporadas ao processo produtivo, os atributos físicos e químicos do solo sofrem alterações (SPERA et al., 2004), cuja intensidade varia com as condições de clima, natureza do solo, uso e manejos adotados. A utilização intensiva de equipamentos agrícolas em todas as operações de cultivo do solo (semeadura, tratos culturais e colheita), tem promovido aumento da compactação, principalmente na zona de exploração do sistema radicular (ASSIS e LANÇAS, 2005).

Os sistemas de preparo do solo promovem modificações nas propriedades físicas como a agregação do solo (CASTRO FILHO et al., 1998), a densidade e a porosidade do solo (DE MARIA et al., 1999). A macroporosidade é drasticamente reduzida com a compactação do solo (DIAS JR. e PIERCE, 1996). De forma geral, estas propriedades funcionam como indicadores de possíveis restrições ao crescimento radicular das culturas.

Estudos indicam que, em sistemas convencionais de preparo do solo, o revolvimento causa aumento dos macroporos. Este efeito, no entanto, ocorre por um curto período de tempo, sendo que, o uso continuado de implementos no preparo do solo pode causar redução do volume de macroporos abaixo da camada superficial (D'ANDRÉA, 2001). A compactação do solo refere-se à compressão do solo que leva ao aumento de sua densidade em consequência da redução de seu volume. Esta operação resulta na expulsão do ar dos poros, causando um rearranjo das partículas, tornando o solo mais denso e consequente redução da porosidade (SILVA, BARROS e COSTA, 2006).

O monitoramento da distribuição dos bioporos em áreas sob cultivo é de grande relevância, visto que a redução destes pode diminuir a condutividade hidráulica dos solos e reduzir a produção agrícola. Estudos realizados em áreas sob plantio direto mostraram que os bioporos, apesar de representarem pequeno volume em relação ao volume total de poros, são altamente funcionais e reduzem a resistência do solo à penetração de raízes (LIMA et al., 2005).

As práticas culturais mais utilizadas para a citricultura nos Tabuleiros Costeiros (roçadeira no inverno e grade no verão, ou grade durante todo o ano) tendem a aumentar a densidade do solo na superfície (PORTELA et al., 2001). As áreas de maior densidade dentro de um pomar de citros, segundo Coelho Filho et al. (2001), apresentaram as menores capacidades de retenção de água.

Klein & Libardi (2002) estudando as alterações que o manejo do solo para fins agrícolas, provoca nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho, concluíram que o manejo em área irrigada aumentou a densidade do solo até à profundidade de 0,4 m, diminuindo a porosidade total e alterando a distribuição do diâmetro dos poros, acarretando a consequente diminuição do volume de macroporos e aumento de micro e, sendo que, em densidades superiores a

1,256 Mg. m<sup>-3</sup>, a porosidade de aeração passou a ser limitante (inferior a 0,10 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>). A densidade e a porosidade do solo têm sido comumente utilizadas para avaliação da qualidade do solo (CORSINI & FERRAUDO, 1999).

A resistência mecânica do solo à penetração, é uma das propriedades física diretamente relacionadas com o crescimento das plantas e modificada pelos sistemas de preparo do solo. Silva et al. (2002), relatam que um valor de 2MPa de resistência à penetração do solo, tem sido associado à condições impeditivas para o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas. A resistência do solo à penetração, tem sido muito utilizada pela facilidade de determinação e pelo baixo custo de obtenção das medidas. No entanto, preconiza-se que a avaliação da qualidade física do solo, deva integrar diferentes propriedades num reduzido número de parâmetros que expresse o ambiente físico a que as plantas são submetidas (SILVA et al., 1994; TORMENA et al., 1998; ZOU et al., 2000). Manter as condições físicas do solo mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas com a adoção de manejos mais conservacionistas que minimizem as alterações nas condições naturais do solo, é essencial à manutenção da sua qualidade (SILVA, 2001).

A qualidade do solo também é influenciada por propriedades químicas, ou seja, pela fertilidade. As intensidades de revolvimento do solo e de incorporação dos resíduos culturais promovem modificações nos teores da matéria orgânica, na capacidade de troca de cátions, no pH e na dinâmica dos íons (FALLEIRO et al., 2003). Dentre os indicadores químicos do solo, destacam-se a matéria orgânica (M.O); a capacidade de troca de cátions (CTC); o pH; a saturação por alumínio (m%) e saturação de bases (V%). Conceição et al. (2005) considera a matéria orgânica do solo como atributo-chave da qualidade do solo, pois atende ao requisito básico de ser sensível a modificações causadas pelo manejo, do solo atuando na ciclagem de nutrientes e estruturação do solo. Também influência na infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994).

Quantificar a qualidade do solo não é tarefa fácil, pois a mesma depende de suas propriedades intrínsecas, de suas interações com o ecossistema e, ainda, de prioridades de uso, influenciadas inclusive, por aspectos sócio, econômicos e políticos.

Diante do exposto o objetivo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade biológica, química e física de um Latossolo amarelo coeso do Recôncavo Baiano, cultivado com Lima ácida 'Tahiti', submetido a dois sistemas de manejos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEF, K. Estimation of soil respiration. In: Alef, K.; e Nannipieri, P. Métodos in applied soil microbiology and Biochemietry. Academic Press, 576 p, 1995.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH K. H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (q) as a specific activity parameter to asses the effects of environmental conditions, such pH, on the microbial biomass of forest soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, p. 393-395, 1993

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M. & OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 24:857-865, 2000.

AQUINO, A. et al. Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1087- 1093, nov, 2005.

ASSIS & LANÇAS. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 29:515-522, 2005.

BARETTA, D. et al. O Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no planalto sul catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 29-715-724, 2005.

BARRIOS, E. et al. Indicators of soil quality: A South–South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. **Geoderma**, v. 135, p. 248–259, 2006.

BENDING, G.D.; TURNER, M.K.; RAYNS, F.; MARX, M.C. & WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. **Soil Biol. Biochem.** 36:1785-1792, 2004.

CARVALHO, J. E. B.de;et al.; Manejo do solo no controle integrado de plantas daninhas em citros.**Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, v.20,n.1,p.22-27, abr.,1998.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 527-538, 1998.

CATTELAN A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.14,p.133-142,1990.

CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 1-4, jan./abr. 1985.

Cintra, F.L.D. Disponibilidade de água no solo para porta enxertos de citrus em ecossistema de tabuleiro costeiro. Piracicaba: ESALQ/USP. 90p, 1997. Tese Doutorado.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; JORGE, L.A. de C. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 21, n. 3, p. 313-317, 1999.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; SAAD, A.M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 23-28, 2000.

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, R.D.; GONÇALVES, A.C.A. Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas do solo em um pomar de lima ácida Tahiti, irrigado por microaspersão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 239-246, 2001.

COELHO, Y. da S.; MAGALHÃES, A.F. de J.; CINTRA, F.L.D. Levantamento nutricional de pomares cítricos na Bahia: II- Características químicas e físicas dos solos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.15, n. 3, p. 67-73, 1993.

CONCEIÇÃO, PAULO CÉSAR; AMADO, T. J. C; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade de solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 29:777-788, 2005.

CORSINI, P. C. & FERRAUDO, A. S. Efeitos de sistemas de cultivos na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 289-98, 1999.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n.7, p. 1185-1191, jul. 2006.

D'ANDRÉA, A. F. **Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás**. 2001. 106 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 703-709, 1999.

DIAS JR., M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 175- 182, 1996.

DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. Wisconsin: **American Society of Agronomy**, 1994.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W. et al. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment, 35. **American society of Agronomy special Publication**, Madison, WI, pp. 3-21, 1994.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, p. 3-11, 2000.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture Ecosystems & Environment**. Lincoln, 88, 119-127, 2002.

DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M. G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2003.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M. ; SILVA, C. S. W; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.6 , p. 1097-1104, 2003.

FAVERO, C. Produção de biomassa e reciclagem de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosa utilizadas para adubos verdes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., 1998, Fortaleza. **Resumos expandidos...** Fortaleza: SBCS/UFC, 1998, p. 262-263.

FERREIRA, M. C.; ANDRADE, D. S.; CHUEIRE, L. M. O.; TAKEMURA, S. M.; HUNGRIA, M. Tillage method and crop rotation on the population sizes and diversity of bradyrhizobia nodulating soybean. **Soil Biology Biochem**, v. 32, p. 627-637, 2000.

FRANCHINI, C. C. et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 92, 18–29, 2007.

GERALDES, A.P.A. *et al.* Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 55-60, 1995.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, 74:367-375, 1994.

GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 7 p (Comunicado Técnico, 16).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br>>, Acesso em abril, 2006.

JCOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.B.R. E; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H.F. de. Levantamento exploratório da margem esquerda do Rio São Francisco, Estado da Bahia, Recife: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1977. 738p.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, característica e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. Cruz das Almas, 1996. Anais. Aracaju, Embrapa-CPATC, Embrapa-CNPMP / EAUFBA / IGUFBA, 1996. 80p.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 857-867, 2002.

KNOEPP, J.D.; COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A. & CLARK, J.S. Biological indices of soil quality: An ecosystem case study of their use. *For. Ecol. Manag.*, 138:357-368, 2000.

LEIRÓS, M.C.; TRASAR-CEPEDA, C.; SEOANE, S. & GIL-SOTRES, F. BIOCHEMical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): General parameters. *Soil Biol. Biochem.*, 32:733-745, 2000.

LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFFER, C.E.G.R. & KER, J.C. 2005. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazônica**, 35:317-330.

LIMA, et al. Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 29:677-684, 2005.

MAIA, I. C. S. Alterações em atributos microbiológicos de um solo de tabuleiros costeiros cultivados com mamão, sob diferentes manejos de cobertura vegetal.

2003. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2003.

MARINARI, S. et al. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. **Ecological Indicators**, v. 6, p. 701-711, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Editora UFLA, 729p., 2006.

MUÑOZ, A.; LÓPEZ-PIÑEIRO, A.; RAMÍREZ, M. Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region of south western Spain. *Soil & Tillage Research*, 2007.

NANNIPIERI, P. Microbial biomass and activity measurements in soil: ecological significance. In: KLUG, M. J.; REDDY, C. A. Current perspectives in microbial ecology. Washington: **American Society for Microbiology**, 1984. p. 515-521.

NEVES C. M. N. das; SILVA M.L. N.; CURI N., CARDOSO E. L., MACEDO R. L. G. FERREIRA M. M.; SOUZA F. S. de; Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais, n. 74, p. 45-53, junho 2007

PAIVA, A.Q.; SOUZA, L. DA S.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M. Disponibilidade de água em uma toposseqüência de solos de tabuleiros do Estado da Bahia e sua relação com indicadores de crescimento da laranjeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 367-377, 1998.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. Methods for assessing soil quality. Madison: **Soil Science Society of America**, 1996. p. 231-245.

PEIXOTO, R. S. et al. Soil aggregation and bacterial community structure as affected by tillage and cover cropping in the Brazilian Cerrados. *Soil & Tillage Research*. 90, 16-28, 2006.

PERIN, A. Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

PORTELA, J.C.; LIBARDI, P.L.; VAN LIER, Q. de J. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.49-54, 2001.

RIBEIRO, L. P. Gênese, evolução e degradação dos solos amarelos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1., 1996, Cruz das Almas. Anais... Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1996. p. 80.

SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16. 1998, Montpellier. Montpellier: ISSS, 1998. CD-ROM.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALD, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology & Fertility of Soils**, Berlin, v. 35, p. 96-101, 2002.

SILVA, A.P.; KAY, B.D. & PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. **Soil. Sc. Soc. Am. J.**, 58:1775-1781, 1994.

SILVA, R. R. Qualidade do solo em função de diferentes sistemas de manejo na região campos das vertentes, bacia alto do rio grande-MG. 2001. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. *Qualidade física do solo: métodos de estudo-sistemas de preparo e manejo do solo*. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 1-18.

SILVA, A. C.B. et al. Biomassa microbiana em diferentes sistemas de preparo do solo no Cerrado. IX REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS; VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO; IV REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 2002. CD-ROM

SOUZA, L. da S.; PAIVA, A.Q. de. Variação do potencial total da água em uma toposseqüência de solos de tabuleiros, durante dois anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.349-355, 2001.

SPERA, S.T. et al. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, v.9, n.1, p.23-31, 2004.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, Amsterdam, v.114, n. 3/4, p. 143-144, 2003.

STABEN, M.L.; BEZDICEK, D.F.; SMITH, J.L. & FAUCI, M.F. Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 61:124-130, 1997.

TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, C.; GIL-SOTRES, F. & SEOANE, S. Towards a biochemical quality index for soils: An expression relating several biological and biochemical properties. **Biol. Fert. Soils**, 26:100-106, 1998.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 573-581, 1998.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade de solos. In: **Tópicos Avançados em Ciência do Solo**, 2: 195-276, 2002.

TURCO, R. F.; BLUME, E. Indicators of soil quality. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. G. R.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Org.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa: **Sociedade Brasileira Ciência do Solo**; Lavras: UFLA/DCS, 1999. p. 529-549.

VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um Podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 35-42, 2000.

VÁSQUEZ-MURRIETA, M. S.; GARDUÑO-MIGUELES, I.; FRANCO-HERNÁNDEZ, O.; GOVAERTS, B.; DENDOOVEN, L. C and N mineralization and microbial biomass in heavy-metal contaminated soil. **European Journal of Soil Biology**, 42 ,89–98, 2006.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1995.

ZOU, C.; SANDS, R.; BUCHAN, G. & HUDSON, I. Least limiting water range: a potential indicator of physical quality of forest soils. **Aust. J. Soil Res.**, 38:947-958, 2000.

WANG, Y. P.; SHI, J.; WANG, H.; LIN, Q.; CHEN, X.; CHEN, Y. The influence of soil heavy metals pollution on soil microbial biomass, enzyme activity, and community composition near a copper smelter. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2006.

## **CAPÍTULO 1**

### **EFEITO DO MANEJO DO SOLO NA ATIVIDADE E BIOMASSA MICROBIANA EM UM LATOSSOLO AMARELO COESO NO RECÔNCAVO DA BAHIA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico :  
Revista Bragantia

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO NA ATIVIDADE E BIOMASSA  
MICROBIANA EM UM LATOSSOLO AMARELO COESO NO RECÔNCAVO  
DA BAHIA**

MACHADO, F.C., PEIXOTO, M.F.S.P., CARVALHO, J.E.:

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a influência de dois sistemas de manejo do solo na qualidade biológica de um Latossolo Amarelo coeso, cultivado com lima ácida 'Tahiti' sob *Citrumelo Swingle*. O trabalho foi conduzido no Município de Cruz das Almas - BA, na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x2x2 (dois sistemas de manejos, duas profundidades e duas épocas) com seis repetições: (T1-sistema de manejo integrado - herbicida glifosate na dosagem de (200 mL /20 L H<sub>2</sub>O), na linha + amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), nas entrelinhas e T2 - sistema convencional-aração + gradagem no plantio + controle mecânico do mato com três a quatro capinas nas linhas e mesmo número de gradagens nas entrelinhas). Para avaliar o carbono da biomassa microbiana, a respiração basal e quociente metabólico, foram retiradas amostras nas profundidades 0,0-0,10 e 0,10-0,30 m na linha e entrelinha da cultura, nos meses de julho de 2007 (época chuvosa) e fevereiro de 2008 (época seca). Os resultados mostraram que, o sistema de manejo integrado, contribuiu para melhorar a qualidade biológica do Latossolo Amarelo coeso, no que diz respeito a imobilização do carbono na biomassa microbiana, propiciando uma reserva prontamente disponível deste elemento no solo.

**Palavra-chave:** citros, sistemas de manejo, indicadores biológicos

**EFFECT OF MANAGEMENT OF SOIL IN BUSINESS AND BIOMASS  
MICROBIANA IN A YELLOW COHESIVE LATOSSOL RECÔNCAVO IN THE  
BAHIA.**

MACHADO, F.C., PEIXOTO, M.F.S.P., CARVALHO, J.E.:

**Abstract:** This study aimed to evaluate the influence of two soil management systems in the biological quality of Cohesive Yellow Latosol cultivated with 'tahiti' acid lime grafted on *Swingle citrumelo*. The work was carried out at Embrapa Cassava and Fruits, Cruz das Almas, Bahia, Brazil. A randomized blocks design, in a 2x2x2 factorial, with six replications was used: T1- integrated management systems - Glyphosate herbicide in dose of 200 mL /20 L H<sub>2</sub>O, in the plantation line + perennial peanut (*Arachis pintoi*), in interrows and T2 - conventional tillage - plowing + disking + three or four hoeing within planting lines and the same number of disking in interrows. The sample were collected in depth of 0,0 – 0,10 and 0,10 – 0,30 m, in the plantation line and interrows, from July/2007 to February/2008. The evaluated parameters were: carbon of the microbial biomass of soil, basal respiration of soil, metabolic quotient. The results demonstrated that the integrated management systems improved the biological quality of Cohesive Yellow Latosol, to the immobilization of carbon in a microbial biomass of soil, allowing form a carbon reserve in the line and interrows of both management systems. There was no effect to the management systems used, under biological soil quality.

**Key words:** Citrus, management systems, biological indicators.

## INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira tem grande importância econômica e social no país. A participação do Brasil no mercado de frutas tropicais vem aumentando significativamente, destacando-se dentre estas, a lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka), com cerca de 46829 ha plantados, nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, mais recentemente, no Rio Grande do Sul (IBGE, 2006). A citricultura baiana é cultivada em sua maior parte em solos de Tabuleiros Costeiros, que, apesar de profundos e situados em relevos planos, apresentam limitações para produção. Estes solos possuem uma camada coesa presente nos horizontes de transição AB e BA, que afeta a dinâmica da água, dos nutrientes, a produtividade e longevidade das culturas (REZENDE, 2000).

A qualidade do solo é a capacidade dele de funcionar dentro de limites do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal (DORAN & PARKIN, 1994), podendo ser mensurada através de indicadores biológicos, utilizando microrganismos presentes no solo, pois eles revelam natureza dinâmica e são facilmente afetados por distúrbios causados no solo (KIMPE & WARKENTIN, 1998).

A atividade biológica é altamente concentrada nas primeiras camadas do solo, na profundidade entre 1 a 30 cm. Nestas camadas, o componente biológico ocupa uma fração de menos que 0,5 % do volume total do solo e representa menos que 10 % da matéria orgânica (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007). Os principais indicadores biológicos sugeridos para monitorar a qualidade do solo são a biomassa e a atividade microbiana (SPARLING, 1997). A biomassa representa pequena parte da fração ativa da matéria orgânica (DE LUCA, 1998), constituindo apenas 2% a 5% do C orgânica do solo, sendo ela utilizada como um indicador biológico ou como índice de adequação da sustentabilidade de sistemas de produção (ANDERSON & DOMSCH, 1993). Geralmente apresenta forte correlação com a matéria orgânica do solo, ou seja, reflete mudanças na concentração de matéria orgânica. Ela exerce importante papel, pois atua principalmente na decomposição e na ciclagem dos

nutrientes e, por isso, é considerada um excelente indicador biológico da qualidade do solo (DORAN & LINN 1994).

A respiração do solo, que é a oxidação biológica da matéria orgânica a CO<sub>2</sub> pelos microrganismos aeróbios, ocupa uma posição chave no ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres. A avaliação da respiração do solo é a técnica mais freqüente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana (ALEF, 1995). A atividade e a biomassa microbiana, por sua vez, são influenciadas, dentre outros fatores, pela temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de substratos no solo (CATTELAN & VIDOR, 1990). Segundo Mason (1980) e Santos e Camargo (1999), das variáveis climáticas, a precipitação e a temperatura são as que exercem maior influência.

Segundo Favero et al. (1998) as leguminosas têm grande potencial de promover o aumento da biomassa e nutrientes, e que a presença de outras plantas espontâneas não reduz a produção total de biomassa e acúmulo de nutriente.

A relação entre a respiração microbiana e a biomassa microbiana de carbono, resulta no quociente metabólico ( $qCO_2$ ), que tem sido usado como indicador do grau de desenvolvimento de um ecossistema ou grau de perturbação a que um agroecossistema está sujeito (ANDERSON e DOMSCH, 1993). O  $qCO_2$  indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo indicador sensível para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002).

Este trabalho teve o objetivo, avaliar o efeito de dois sistemas de manejo do solo na atividade microbiana e biomassa microbiana de um Latossolo Amarelo Coeso em duas épocas, cultivado com lima ácida 'Tahiti'.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de junho a agosto de 2007 (época chuvosa) e dezembro de 2007 a fevereiro de 2008 (época seca), em um pomar de lima ácida 'Tahiti' sob *Citrumelo Swingle*, instalado no Município de Cruz

das Almas - BA, na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa, situado nas coordenadas geográficas 12°40'0"S,39°06'0"W, altitude 200m, temperatura média anual de 24,5°C, clima tropical quente úmido (Aw a Am, segundo a classificação de Koppen, e pluviosidade média de 1224mm por ano (SEI,2005).

O pomar possui seis anos com cultivo de lima ácida 'Tahiti', em espaçamento de 5m entre as linhas e 4m entre as plantas nas linhas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2x2 com seis repetições: (T1 - sistema em Integrado, com subsolagem cruzada antes do plantio + glifosato na dosagem (200ml/20L de H<sub>2</sub>O) + plantio de amendoim forrageiro (*Arachis pinto*) nas entrelinhas e T2 - sistema convencional - com aração + gradagem no plantio + controle mecânico do mato com três a quatro capinas nas linhas e mesmo número de gradagens nas entrelinhas). A subsolagem foi realizada na área experimental de forma cruzada, numa profundidade média de 0,55 m, antes da implantação do experimento, utilizando-se um subsolador DMB com duas hastes espaçadas a 1,50m.

Na Tabela 1 e 2 encontram-se os resultados da análise química do solo da área experimental.

**Tabela 1** - Resultados da análise química<sup>1</sup> de um Latossolo Amarelo coeso cultivado com lima ácida "tahiti" (entrelinha de plantio) submetido a dois sistemas de manejo (1-Integrado e 2 - Convencional). Cruz das Almas - BA.

Manejos	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	S	CTC	V	M.O
		mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	g Kg <sup>-1</sup>
0,0 – 0,10 m													
1	6,02	9,00	0,54	2,08	0,93	3,02	0,00	0,04	1,10	3,59	4,69	75,8	11,4
2	5,33	10,00	0,18	1,55	0,73	2,28	0,07	0,02	1,69	2,01	3,70	59,5	10,2
0,10 – 0,30 m													
1	5,18	5,83	0,30	1,28	0,82	2,10	0,05	0,03	1,71	2,43	4,14	58,33	9,32
2	6,33	1,50	0,06	1,38	0,67	2,17	0,00	0,07	0,84	2,29	3,14	73,68	5,44

<sup>1</sup>Laboratório de Análises Químicas de Solo da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* - Ba

**Tabela 2** - Resultados da análise química<sup>1</sup> de um Latossolo Amarelo coeso cultivado com lima ácida “tahiti” (linha de plantio) submetido a dois sistemas de manejo (1-Integrado e 2-Convencional). Cruz das Almas - BA

Manejos	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	S	CTC	V	M.O
		mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	g Kg <sup>-1</sup>
0,0 – 0,10 m													
1	5,80	5,17	0,23	1,53	0,95	2,48	0,08	0,05	1,08	2,76	3,84	72,17	9,72
2	5,42	7,53	0,26	1,46	0,82	2,28	0,06	0,03	1,50	2,51	4,01	62,19	9,65
0,10 – 0,30 m													
1	5,13	5,83	0,19	1,18	0,85	2,03	0,07	0,02	1,60	2,25	3,98	59,92	9,45
2	5,32	7,28	0,21	1,36	0,80	2,16	0,07	0,03	1,72	2,33	4,05	56,33	9,22

<sup>1</sup>Laboratório de Análises Químicas de Solo da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* – Ba

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo coeso (Embrapa, 1999), cujo resultado da análise química da entrelinha e linha.

Para avaliar o carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) e a respiração basal do solo, foram retiradas amostras nas profundidades 0,0-0,10 e 0,10-0,30 m na linha e entrelinha da cultura, no mês de julho de 2007 (época chuvosa) e fevereiro de 2008 (época seca). Com auxílio de um trado, foram coletadas seis sub-amostras em pontos eqüidistantes e representativos da parcela, sendo estas homogêneas, formando uma amostra composta para cada parcela.

As amostras coletadas no campo foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA, logo após a coleta. No laboratório, foram peneiradas em malha de 4 mm para retirada de restos vegetais, como raízes, pequenos insetos e organismos da fauna do solo. Após este processo uma parte foi enviada para análise química no Laboratório de Química do Solo da EMBRAPA-CNPMPF. O restante foi mantido em câmara fria (5 °C) até o momento das análises no Laboratório de Microbiologia. A umidade das amostras foi determinada segundo metodologia descrita por Monteiro & Frighetto (2000) e ajustada para 50% da capacidade máxima de retenção.

### **Atividade microbiana (Respiração Basal)**

A atividade microbiana (respiração basal) foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado pelo processo de respiração microbiana durante 3 dias de incubação à 25°C, conforme a metodologia descrita por Isermeyer( 1952), citado por Alef e Nannipieri (1995). Pesaram-se 3 sub-amostras de 25 gramas de solo seco, que foram colocadas em frascos de vidro, e estes, em potes plásticos bem vedados com capacidade de 1L, contendo 25ml de NaOH (0,5N) para capturar o CO<sub>2</sub> liberado. Quatro potes controles (branco), com NaOH( 0,5N) e sem solo foram preparados. Após o período de incubação, adicionou-se 5 ml de cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>) 3N à solução para que ocorresse a precipitação do carbonato. No momento da titulação, adicionou-se 3 gotas do indicador fenolfitaléina (1%). Titulou-se com HCl (0,05N) até a solução mudar da cor vermelha para branco.

Para o cálculo foi usada a seguinte fórmula:

$$\text{CO}_2 (\mu\text{g}) \text{ SS/t} = \frac{(\text{V}_0 - \text{V}) \times \text{f}_c}{\text{GSS}}$$

Onde:

SS = quantidade de solo seco em gramas;

T= tempo de incubação em horas;

Vo = quantidade (mL) de HCl utilizado para titular o controle ( média);

V = quantidade (mL) de HCl utilizado para titular cada amostra de solo;

GSS = peso de solo seco (g)

Fc= 1,1 (1ml de NaOH 1 N equivalente a 1,1 mg de CO<sub>2</sub>)

### **Biomassa microbiana do solo**

A determinação do carbono da biomassa microbiana (BM-C) foi realizada pelo método de fumigação extração (VANCE, BROOKES E JENKINSON, 1987) que apresenta como princípio básico, a extração do carbono microbiano após a morte dos microrganismos e lise celular pelo ataque do clorofórmio e liberação dos constituintes celulares. O carbono foi extraído utilizando quatro subamostras de 20 gramas de solo úmido em frascos de vidro, sendo duas fumigadas e duas não fumigadas (controles). A fumigação

foi realizada em capela de exaustão, adicionando-se 1 mL de clorofórmio purificado (livre de álcool) sobre a amostra de solo hermeticamente tampada e incubada a 27°C, por 24 horas. Após este período, os frascos foram abertos na capela de exaustão, esperando-se 40 minutos para evaporação do clorofórmio. Das amostras–controle, o carbono foi extraído com 50 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,5M) após agitação de 45 minutos e filtragem em papel de filtro nº 42. A extração do carbono das amostras fumigadas foi realizada da mesma forma que das não fumigadas.

A partir do extrato, foi feita digestão transferindo-se uma alíquota de 8mL, adicionando-se 2mL de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (66,7 mM e 15mL da mistura de duas partes de ácido sulfúrico P.A. (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e uma parte de ácido fosfórico P.A. (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Essa mistura foi aquecida em bloco digestor a 200° C durante 3 minutos ou até o surgimento das primeiras bolhas de fervura. Transferiu-se o volume dos tubos para um erlenmeyer de 125mL, lavando-se com duas porções de 5mL de água destilada. O excesso de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> foi determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacal (33,3mM) em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( 0,4 mol L<sup>-1</sup>) utilizando-se difenilamina como indicador, até mudança da cor azul para cor verde garrafa. Foram feitas amostras controles onde o extrato era somente K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, evitando assim, a transferência dos reagentes.

O calculo do carbono no solo foi feito utilizando – se a seguinte fórmula:

Concentração de carbono no extrato (µg mL<sup>-1</sup>): = (H-S)x (MxD/A)xEx100)

Onde:

H = volume (mL) branco

S = volume (mL) solução sulfato ferroso consumido pela amostra

M = molaridade do dicromato consumido

D = volume (mL) do dicromato adicionado a mistura

A = volume (mL) da alíquota do extrato

E = conversão de cr<sup>+6</sup> para cr<sup>+3</sup>

Concentração no solo (µg g solo<sup>-1</sup>)

= C (µg/mL) x (K/(DW+W))

Onde:

K = volume de extração

DW =peso seco do solo

W =% de água

Biomassa de carbono no solo ( $\mu\text{g g solo}^{-1}$ ) =  $E_c (F-NF)/0,38$

$E_c$  = a diferença entre a concentração em  $\mu\text{g g solo}^{-1}$  do fumigado e do não fumigado

### Quociente metabólico – $q\text{CO}_2$

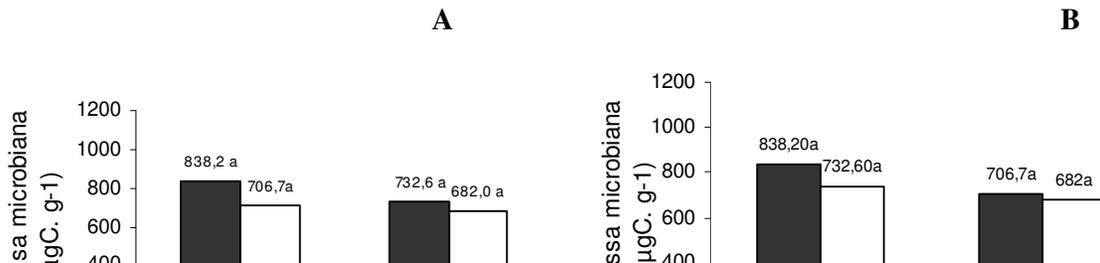
A avaliação do quociente metabólico foi feita de acordo com o procedimento descrito por Anderson & Domosch (1986), obtida pela razão entre C respirado por unidade de C microbiano.

Para análise estatística utilizou o programa SAS, no qual realizou-se a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey 5% de probabilidade, para comparação das médias entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Biomassa Microbiana

Os valores do carbono da biomassa microbiana foram de 706,7  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  e 838,2  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$ , na profundidade de 0-0,10m, para os sistemas de manejo convencional e integrado, respectivamente (Figura 1A). Na época chuvosa, os resultados encontrados foram de 789,4  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  e 746,0  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  para o sistema de manejo integrado e convencional, respectivamente, e na época seca, 779,4  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  e 616,8  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  para o sistema de manejo integrado e convencional, respectivamente (Figura 1C). Para o sistema de manejo integrado, os valores foram de 789,4  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  e 779,4  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$ , nas épocas chuvosa e seca, respectivamente, e no sistema convencional 746,0  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$  e 616,8  $\mu\text{g C g solo}^{-1}$ , nas épocas chuvosa e seca, respectivamente (Figura 1D). Ao analisarem-se estes resultados, verifica-se que nas condições estudadas, não houve diferença estatística em termos de carbono da biomassa microbiana nas interações entre os manejos e profundidades, e nem entre os manejos e épocas de amostragens.

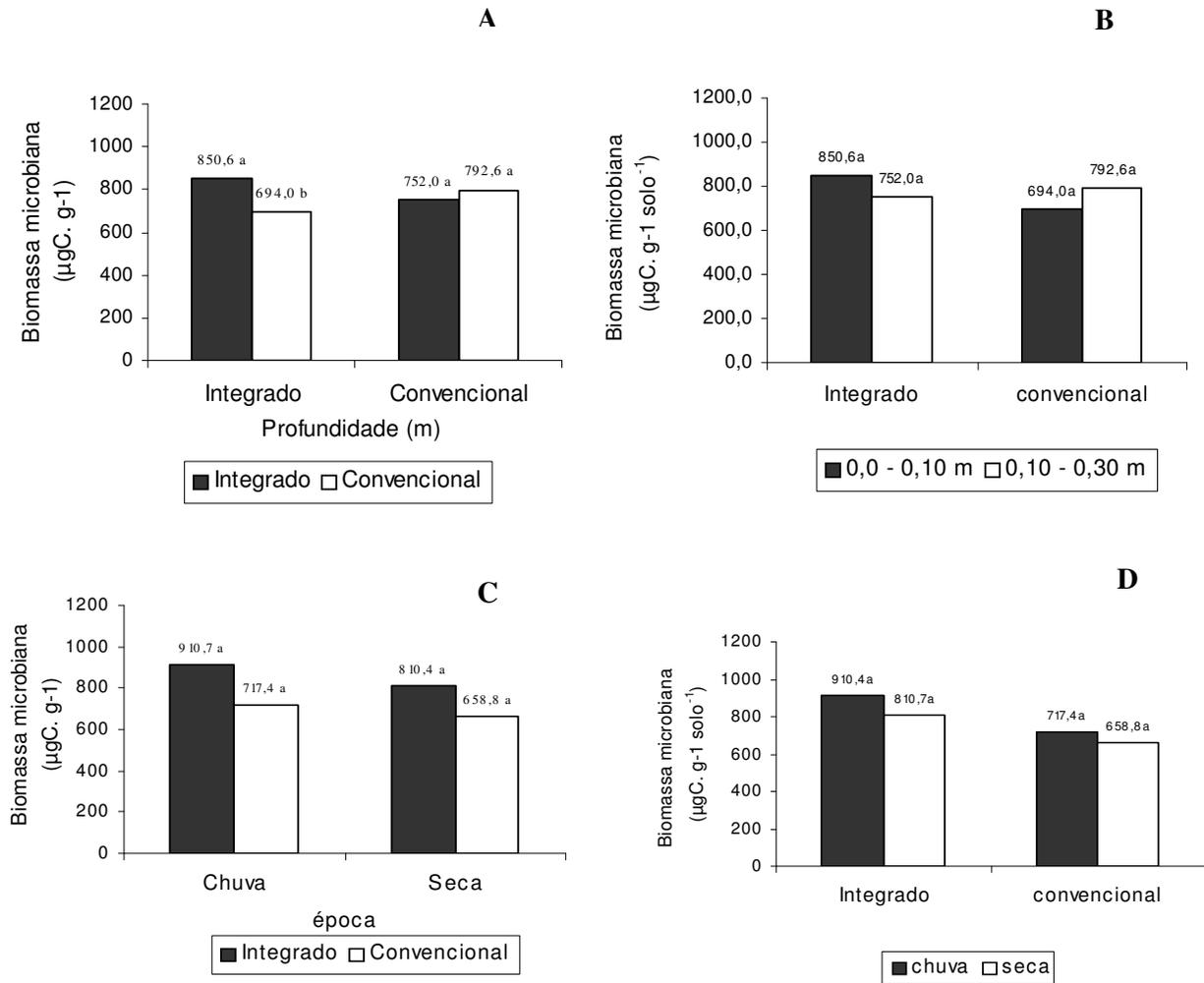


**C****D**

**Figura 1** - Carbono da biomassa microbiana ( $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco  $-1$ ) nas linhas de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida "Tahiti", submetido os dois sistemas de manejo T1 e T2 em duas épocas do ano (chuvosa e seca) e duas profundidades (0-0,10 m e 0,10-0,30 m) Cruz das Almas-Ba.

Os resultados do carbono da biomassa microbiana nas entrelinhas de plantio dos dois sistemas de manejo, em diferentes profundidades e épocas do ano, encontram-se na Figura 2. Observa-se que só houve diferença estatística na profundidade de 0-0,10m, onde o carbono da biomassa microbiana foi de  $850,6 \mu\text{g C g solo}^{-1}$  e  $694,0 \mu\text{g C g solo}^{-1}$ , (Figura 2A). Nas demais profundidades e épocas de amostragem não houve diferença estatística. Mesmo que, Angers et al. (1993) afirmem que a leguminosas, associada à

redução do revolvimento do solo, promova o aumento do C da biomassa microbiana.



**Figura 2** – Carbono da biomassa microbiana ( $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco<sup>-1</sup>) nas entrelinhas de plantio de um Latossolo Amarelo coeso cultivado com lima ácida “Tahiti”, submetido a dois sistemas de manejo (T1 e T2) em duas épocas do ano (chuvosa e seca) e duas profundidades (0-0,10 m e 0,10-0,30 m) Cruz das Almas - BA.

Segundo VASCONCELLOS et al. (1999), a biomassa microbiana promove uma imobilização do carbono quando resíduos vegetais ficam em superfície. No solo perturbado pelo sistema agrícola convencional o carbono da biomassa foi alterado, provavelmente, devido ao revolvimento excessivo do solo, uso de monocultura, aplicação de herbicidas e ausência de manejo

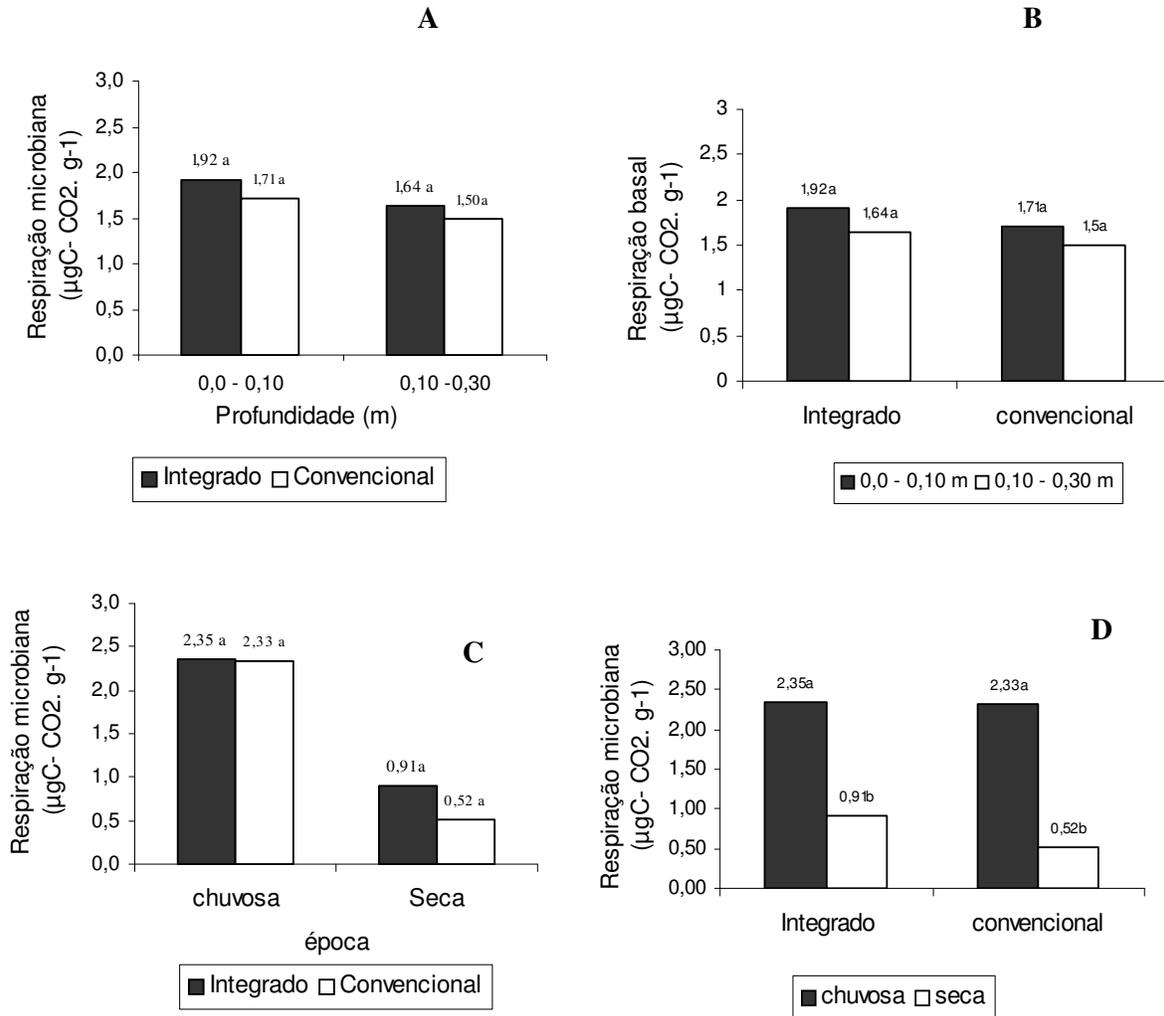
ecológico do solo. Segundo Reganold et al. (2000), o sistema de manejo convencional reduz o carbono da biomassa microbiana, dentre outros fatores, pelo maior revolvimento do solo.

A maior imobilização do carbono na biomassa microbiana na camada de 0,0-0,10 m, quando se adotou o sistema de manejo integrado, pode ser explicada, dentre outros fatores, pela maior disponibilidade de substrato fornecido pelo amendoim forrageiro, aos microrganismos do solo. A biomassa microbiana é influenciada pela disponibilidade de substrato (Cattlen & Vidor, 1990). O grande potencial de plantas leguminosas em promover o aumento da biomassa microbiana, foi constatado em diversos trabalhos como os de Favero et al. (1998), Belota et al. (1998), D'andrea et al. (2002) e Marchiori & Melo (1999), em função do maior acúmulo de carbono no solo (Franchini et al., 2000, 2007; Amado et al., 2001; Bayer et al, 2002) e redução da temperatura do solo (Sidras & Pavan, 1986; Derpsh et al., 1991). Em solos de Tabuleiros Costeiros, resultados semelhantes foram encontrados por Araújo (2003) e Maia (2003).

No sistema de manejo convencional, o menor valor de carbono na biomassa microbiana, pode estar associado ao menor fornecimento de substrato, bem como a maior perturbação do solo.

### **Atividade microbiana (Respiração Basal)**

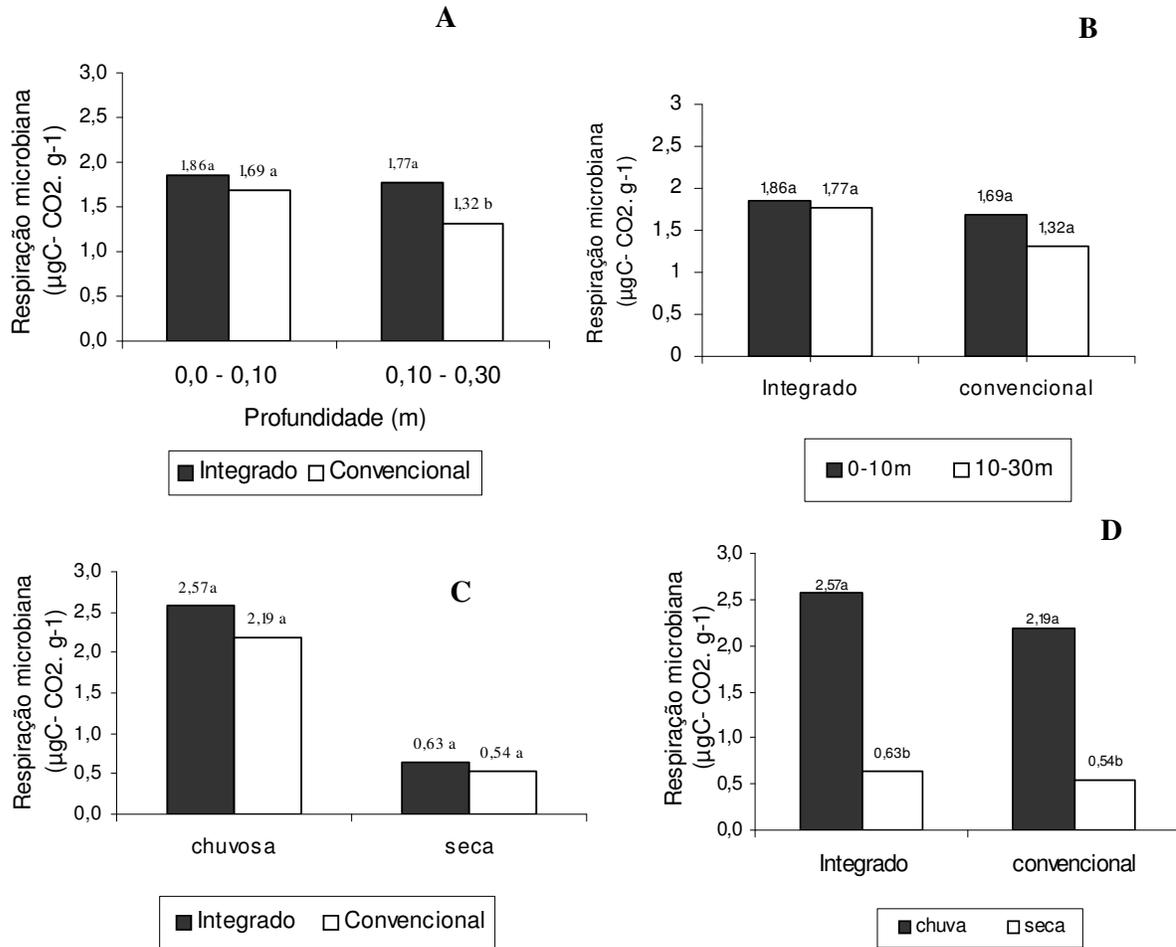
Os resultados da respiração microbiana ( $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) na linha de plantio dos dois sistemas de manejo, em diferentes profundidades e épocas do ano, encontram-se na Figura 3. Verifica-se que não houve diferença estatística quando comparou-se os dois sistemas de manejo dentro de cada profundidade e nem entre as mesmas, dentro de cada manejo adotado (Figuras 3A e 3 B, respectivamente). No entanto, a respiração microbiana foi estatisticamente diferente, na época chuvosa em relação à época seca, nos dois sistemas de manejo adotado: integrado ( $2,35 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $0,91 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , nas épocas chuvosa e seca, respectivamente) e convencional ( $2,33 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $0,52 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$  nas épocas chuvosa e seca, respectivamente) (Figuras 3C e 3 D).



**Figura 3** – Respiração microbiana ( $\mu\text{g C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) nas linhas de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida “Tahiti”, submetido a dois sistemas de manejo T1 e T2 em duas épocas do ano (chuvosa e seca) e duas profundidades (0-0,10 m e 0,10-0,30 m). Cruz das Almas – BA.

Os resultados da respiração microbiana nas entrelinhas de plantio dos dois sistemas de manejo, encontram-se na Figura 4. Houve diferença estatística quando comparou-se os dois sistemas de manejo, na profundidade de 0,10-0,30m (  $1,86 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $1,32 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , no sistema integrado e convencional, respectivamente), bem como quando comparou-se o mesmo sistema em épocas diferentes: integrado ( $2,57 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $0,63 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , nas épocas chuvosa e seca, respectivamente) e

integrado ( $2,19 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $0,54 \mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , nas épocas chuvosa e seca, respectivamente) (Figuras 4A e 4C).



**Figura 4** - Respiração microbiana ( $\mu\text{g C g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) nas entrelinhas de plantio de um latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida “Tahiti”, submetido a dois sistemas de manejos T1 e T2, em duas épocas do ano (chuvosa e seca) e duas profundidades (0-0,10 m e 0,10-0,30 m), Cruz das Almas – BA.

Os menores valores de respiração microbiana em solos com manejo convencional, foi provavelmente, devido ao revolvimento excessivo do solo. Resultados observados por Assis Júnior et al., (2003) relatam que o cultivo convencional, além de influenciar a química e estrutura do solo, diminui a

atividade biológica, devido à redução de macroagregados, os quais fornecem importantes microhabitats para a atividade microbiana.

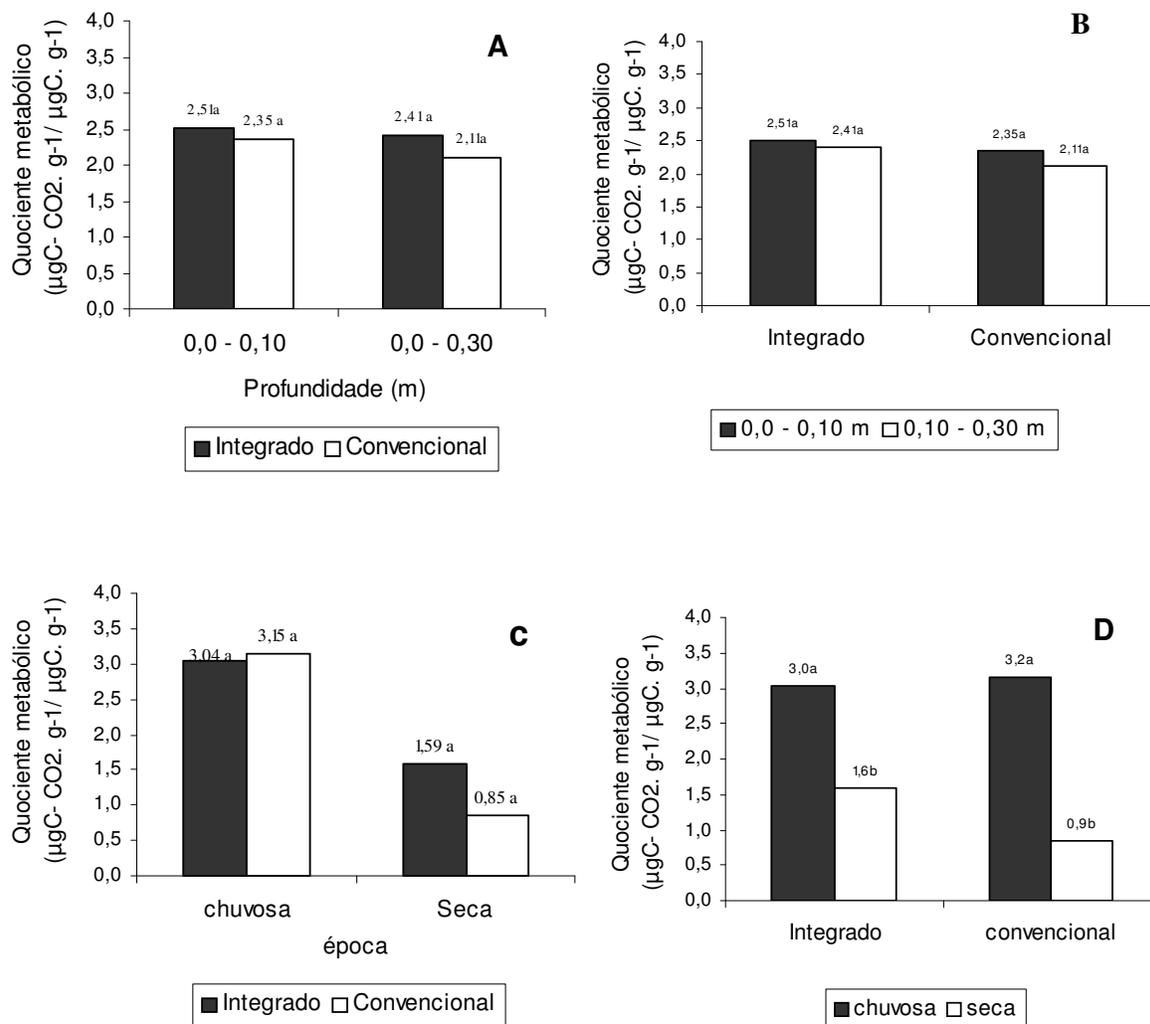
Analisando-se os resultados encontrados na linha e entrelinha, nota-se que ficou evidente a influência da umidade do solo, como um fator ambiental importante para a atividade microbiana. Na época chuvosa o valor acumulado de precipitação pluviométrica no período de coleta (junho a agosto de 2007) foi de 353,7mm, com temperaturas variando entre 21°C a 23,3°C; já na época seca, o total de precipitação para o período de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008, foi de 199,7mm, com temperaturas variando entre 25,3°C a 25,9°C (Tabela 1). Esses resultados concordam com Brooks (1995), que afirma ser a respiração do solo bastante variável e dependente, além da disponibilidade de substrato, da umidade e temperatura do solo.

Além do efeito da precipitação pluviométrica, esses resultados mostram que, nas entrelinhas, o sistema de manejo integrado, propiciou maior respiração microbiana na profundidade de 0-0,10m, onde a deposição de resíduos na superfície leva a uma maior concentração de substratos orgânicos nos primeiros centímetros do solo.

### **Quociente metabólico ( $qCO_2$ )**

Nas Figuras 5 e 6 encontram-se os valores do quociente metabólico ( $qCO_2$ ) nas linha e entrelinha, respectivamente, nas diferentes profundidades (0-10cm e 10-30cm) e épocas do ano (chuvosa e seca).

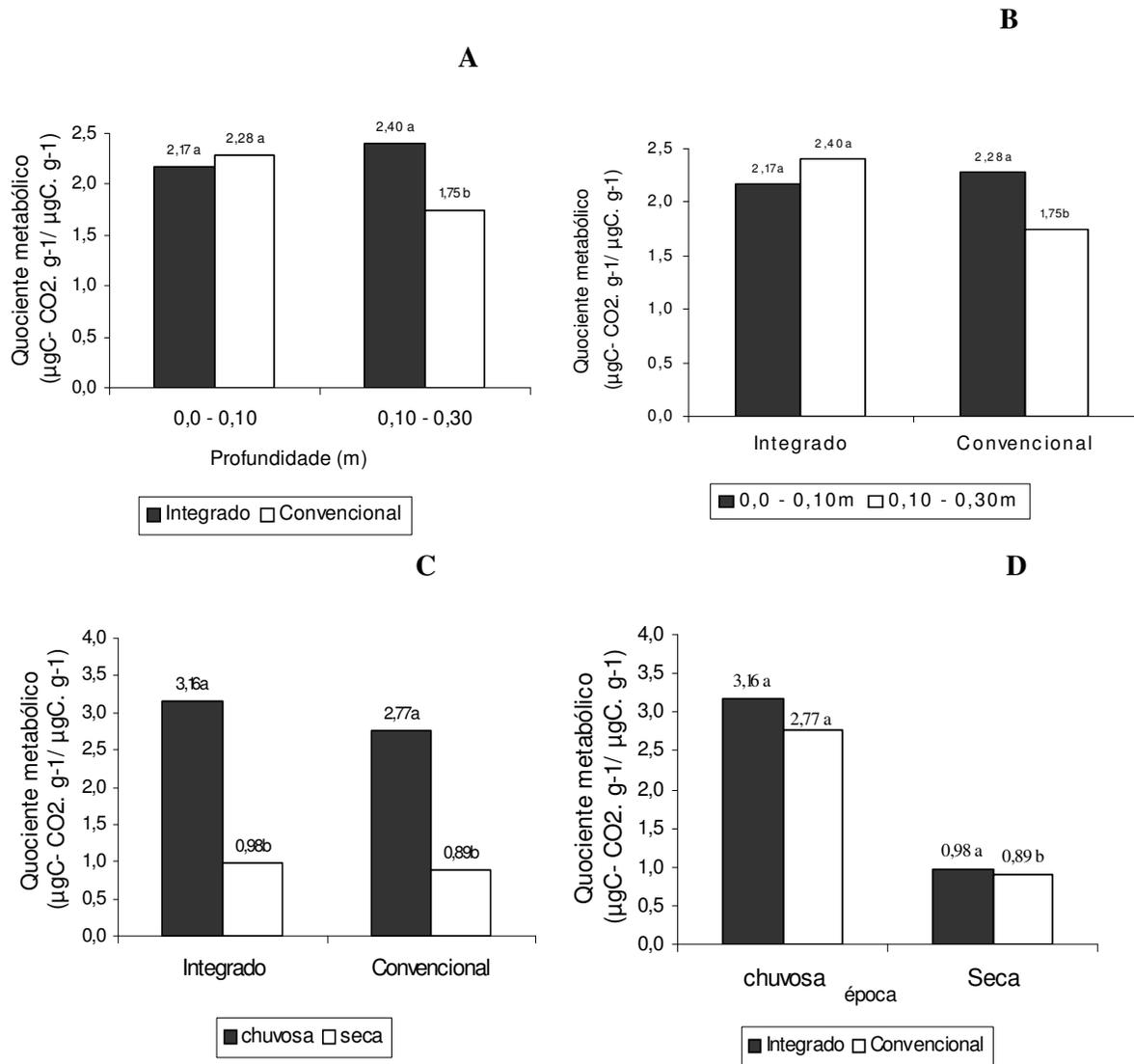
Da mesma forma que ocorreu com a respiração microbiana, o quociente metabólico na linha de plantio só diferiu estatisticamente, quando comparou-se o mesmo sistema de manejo em relação às épocas de amostragem. Os resultados mostraram que, independente do sistema de manejo utilizado, a época chuvosa propiciou valores mais elevados do quociente metabólico (integrado- 3,0 e 1,6 nas épocas chuvosa e seca, respectivamente; convencional – 3,2 e 0,9, nas épocas chuvosa e seca, respectivamente) (Figura 5D).



**Figura 5** - Quociente metabólico ( $\mu\text{g C g}^{-1}\text{h}^{-1}$ ) na linha de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida “Tahiti”, submetido a dois sistemas de manejo T1e T2. em duas épocas do ano (chuvosa e seca) e duas profundidades (0-0,10 m e 0,10-0,30 m). Cruz das Almas - BA.

Na entrelinha, verificou-se diferença estatística entre os sistemas de manejo na camada de 0,10-0,30 m; com valores de  $2,40 \mu\text{g C g}^{-1}\text{h}^{-1}$  e  $1,75 \mu\text{g C g}^{-1}\text{h}^{-1}$  (FIGURA 6A) e maior quociente metabólico no sistema convencional

na camada de 0-0,10 m em relação à camada de 0,10-0,30 m com valores 2,28  $\mu\text{g C g}^{-1}\text{h}^{-1}$  e 1,75  $\mu\text{g C g}^{-1}\text{h}^{-1}$  respectivamente (Figura 6B). Independente do sistema de manejo utilizado, a época chuvosa foi a que favoreceu a um maior quociente metabólico (Figura 6D).



**Figura 6** - Quociente metabólico ( $\mu\text{g C g}^{-1}\text{h}^{-1}$ ) nas entrelinhas de plantio de um latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida “Tahiti”, submetido a dois sistemas de manejo T1 e T2, em duas épocas do ano (chuvosa e seca) e duas profundidades (0 - 0,10 m e 0,10 - 0,30 m).Cruz das Almas – BA.

De acordo com Stevenson (1982), um maior quociente metabólico significa perda de carbono orgânico e a redução do carbono do solo. Ainda segundo este autor, esta perda não se deve apenas à quantidade de resíduos adicionados ou removidos, mas, também, ao aumento da atividade microbiana (respiração do solo), causada por melhores condições de aeração (que está relacionado com o teor de umidade), temperaturas amenas e alternância de umedecimento e secagem do solo.

Tanto na linha quanto na entrelinha, verificou-se o efeito da umidade no quociente metabólico (que é o reflexo da capacidade dos microrganismos em consumir o carbono oxidável presente na matéria orgânica), ou seja, houve uma relação entre o teor de umidade e o quociente metabólico, independente do sistema de manejo adotado. Na entrelinha, o maior quociente metabólico do sistema de manejo integrado, na camada de 0,10-0,30 m (Figura 6A), foi provavelmente, reflexo de maior atividade microbiana (Figura 4A).

De acordo com Doran (1980), nos sistemas convencionais de manejo, o revolvimento do solo causa estresse na população microbiana e, considerando que o aporte de carbono nesses sistemas são menores, os microrganismos terminam por consumir o carbono orgânico do solo. Este fato, provavelmente, pode explicar o maior valor do quociente metabólico encontrado na entrelinha do sistema de manejo convencional na camada de 0 – 0,10 m (Figura 6B). Nesse sentido, os maiores valores de  $qCO_2$  observados, indicam que a população microbiana está consumindo mais carbono oxidável para sua manutenção.

De acordo com Carter & Rennie (1982), as diferenças na biomassa e atividade microbiana do solo (que afetam diretamente o quociente metabólico), refletem a distribuição dos resíduos vegetais e da matéria orgânica biodegradável. Neste trabalho este efeito não ficou tão evidente, provavelmente pelo fato do amendoim forrageiro, mesmo sendo uma leguminosa (relação C/N) baixa, não possuir grande quantidade de massa verde. Além disso, nas épocas de amostragem, observou-se que o solo não estava completamente coberto.

## CONCLUSÃO

Na entrelinha e na profundidade de 0,0-0,10 m, o sistema de manejo integrado, contribui para melhorar a qualidade biológica do Latossolo amarelo coeso, no que diz respeito a imobilização do carbono na biomassa microbiana, propiciando uma reserva prontamente disponível deste elemento no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press, 1995. 576p.

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:189-197, 2001.

ANDERSON, T.H.; DOMOSCH, K. H. Carbon assimilation and microbial activity in soil. Zeitschrift fur pflanzenernaehrung und Bodenkunde, Berlin, v.149, p.457-468, 1986.

ANDERSON, J.P.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to asses the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. Soil Biology and Biochemistry, v.25, p.393-395, 1993.

ANGERS, D.A.; BISSONNETTE, N.; LEGERE, A.; SAMSON, N. Microbial and biochemical changes induced rotation and tillage in a soil under barley production. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, v.73, p.39-50, 1993.

ARAÚJO, A. M. A. Atividade Microbiana Em Solo de Tabuleiros Costeiros Da Bahia Na Cultura Da Laranja 'Pêra' 2003. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2003.

ASSIS JUNIOR, S. L. et al. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e áreas desmatadas. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27 n. 1, p. 35-41, Jan/Fev, 2003.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. & ERNANI, P.R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant Soil*, 238:133-140, 2002

BALOTA, E.L.; COLOZI-FILHO, A.; ANDRADE D.S. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p. 641-649. 1998.

BAUHUS, J.; PARÉ, D.; COTÉ, L. Effects of tree species, stand age and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.30, p.1077-1089, 1998.

BROOKS, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biol. Fertl. Soils* 19, 269-279, 1995.

CARTER, M.R. & RENNIE, D.A. Changes in soil quality under zero tillage farming systems: Distribution of microbial biomass and mineralizable C and N potentials. *Canadian Journal of Soil Science.*, 62:587-597, 1982.

CATTELAN A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, v.14, p.133-142, 1990.

D'ANDRÉA, A. F. et al.; Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 913-923, 2002.

DE LUCA, T.H. Relationship of 0,5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> extractable anthrone-reactive carbon to indices of microbial activity in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.30, p.1293-1299, 1998.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N. & KOPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn, Londrina, GTZ-IAPAR, 1991. 272p

DORAN, J. W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Science Society American Journal*, Madison, v. 44, p. 765-771, 1980.

Doran, J. W. & D. M. Linn. Microbial ecology of conservation management systems. p 3-21. In J. L. Hatfield & B. A. Stewart (Ed.). *Soil Biology: Effects on soil quality*. Adv. Soil Sci. CRC Press Inc. 353 p. 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solos. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, 1999.

FAVERO, C. Produção de biomassa e reciclagem de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosa utilizadas para adubos verdes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., 1998, Fortaleza. Resumos expandidos... Fortaleza: SBCS/UFC, 1998, p. 262-263.

FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M. & GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:459-467, 2000.

FRANCHINI, J.C.; CRISPINO, C.C.; SOUZA, R.A.; TORRES, E. & HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop-rotation systems in southern Brazil. *Soil Till. Res.*, 92:18-29, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>, Acesso em abril, 2006.

KIMPE, C. R.; WARKENTIN, B. P. Soil functions and the future of natural resources. *Advances in GeoEcology*, [S.l.], v. 31, p. 3-10, 1998.

MAIA, I. C. S. Alterações em atributos microbiológicos de um solo de tabuleiros costeiros cultivados com mamão, sob diferentes manejos de cobertura vegetal. 2003. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2003.

MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W.J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.257-263, 1999.

MASON, C. F. Decomposição. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

MONTEIRO, T. R.; FRIGHETTO, T. S. Determinação da umidade, pH e capacidade de retenção de água do solo. In: FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J., Coords. Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State. *Agricultural Ecosystem Environmental*, v. 80, p.29-45,2000.

REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI- SPA, 2000, 117p.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 1.ed. Porto Alegre: Genesis Edições, 1999.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT User's Guide. v. 8.0. Vols. I, II and III. Cary NC: SAS Institute, Inc., 2000.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALD, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. *Biology & Fertility of Soils*, Berlin, v.35, p.96-101, 2002.

SIDIRAS, N. & PAVAN, M. A influência do sistema de manejo do solo na temperatura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 10:181-184, 1986.

SPARLING, G. P. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Eds.). *Biological indicators of soil health*. Cambridge: CAB International, 1997. p. 97-120.

STEVENSON, F.J. *Humus chemistry, genesis, composition, reaction*. New York, Jhon Wiley & sons, 1982. 443 p.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.19, p.703-707, 1987.

VASCONCELLOS, C.A.; CAMPOLINA, D.C. A.; SANTOS, F.G. et al. Resposta da soja e da biomassa de carbono do solo aos resíduos de cinco genótipos de sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.23, p.67-77, 1999.

## **CAPÍTULO 2**

### **EFEITO DO MANEJO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO COESO DO RECÔNCAVO DA BAHIA**

---

<sup>1</sup>Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico: Revista Bragantia

## EFEITO DO MANEJO NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO COESO DO RECÔNCAVO DA BAHIA

MACHADO, F.C., PEIXOTO, M.F.S.P., CARVALHO, J.E.

**Resumo.** Objetivou-se avaliar a influência de dois sistemas de manejo do solo, na qualidade física e química de um Latossolo amarelo coeso do recôncavo baiano, cultivado com lima ácida 'Tahiti' sob *Citrumelo Swingle*. O trabalho foi no Município de Cruz das Almas - BA, na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (dois manejos, duas profundidades), com seis repetições (avaliações químicas) esquema fatorial 4x2 (dois manejos, quatro profundidades) com duas repetições (avaliações físicas). Os tratamentos utilizados foram: (T1-sistema de manejo integrado - herbicida glifosate na dosagem de (200 mL /20 LH<sub>2</sub>O) na linha + amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), nas entrelinhas e T2 - sistema convencional-aração + gradagem no plantio + controle mecânico do mato com três a quatro capinas nas linhas e mesmo número de gradagens nas entrelinhas). Para avaliar a qualidade química utilizaram-se os seguintes atributos: (pH, capacidade de troca catiônica, saturação por alumínio, saturação de bases e matéria orgânica), coletou – se amostras nas profundidades 0,0-0,10 m e 0,10-0,30 m nas linhas e entrelinhas da cultura. Para avaliação da qualidade física foram abertas trincheiras para retirada das amostras indeformadas, nas profundidades 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m, 0,20-0,40 m e 0,40-0,60 m, na linha e entrelinha. Os atributos utilizados foram: porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica do solo saturado e resistência à penetração. Verificou-se que o sistema de manejo integrado melhorou a qualidade química do Latossolo Amarelo coeso na cada superficial, bem como a qualidade física, no que diz respeito ao movimento de água e aeração, não oferecendo resistência ao crescimento de raízes.

**Palavras – chave:** citros, sistema de manejo, indicadores químicos e físicos.

## EFFECT OF MANAGEMENT IN CHEMICAL AND PHYSICAL INDICATORS OF A YELLOW COHESIVE LATOSSOL RECÔNCAVO OF THE BAHIA

MACHADO, F.C., PEIXOTO, M.F.S.P., CARVALHO, J.E.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the influence of two soil management systems in the physical and chemical quality of Cohesive Yellow Latosol cultivated with 'tahiti' acid lime grafted on *Swingle citrumelo*. The work was carried out at Embrapa Cassava and Fruits, Cruz das Almas, Bahia, Brazil. A randomized blocks design, in a 2x2 factorial (two managements, two depths), with six replications (chemical evaluations) and 4x2 factorial (two managements, four depths), with two replications (physical evaluations) was used: T1- integrated management systems - Glyphosate herbicide in dose of 200 mL /20 L H<sub>2</sub>O, in the plantation line + perennial peanut (*Arachis pintoi*), in interrows and T2 - conventional tillage - plowing + disking + three or four hoeing within planting lines and the same number of disking in interrows. The sample were collected in depth of 0,0 – 0,10 and 0,10 – 0,30 m, in the plantation line and interrows, to evaluate the chemical quality with the indicators: pH, CTC, m%, V% and MO. To evaluate the physical quality, trenches were opened to extract undisturbed samples in depth of 0,0 – 0,10, 0,10 – 0,20, 0,20 – 0,40 and 0,40 – 0,60 m, in the plantation line and interrows. The attributes used were: total porosity, macroporosity, microporosity, bulk density, saturated hydraulic conductivity and soil penetration resistance. The results showed that the integrated management systems improved the chemical quality of the Cohesive Yellow Latosol in a soil surface, as well as, the physical quality for water movement and aeration, allowing the plant growing.

**Key words:** Citrus, management systems, physical and chemical indicators.

## INTRODUÇÃO

Os solos de Tabuleiros Costeiros estão distribuídos por quase toda faixa litorânea do Brasil, desde o Amapá até o Rio de Janeiro. Apesar de profundos e situados em relevo plano, apresentam normalmente, limitações à produção vegetal, (SOUZA 1996; MELO FILHO et al., 2004; SOUZA 2005). Essas restrições são devido a horizontes subsuperficiais coesos, presentes geralmente entre as profundidades de 0,15 - 0,30 m e 0,80 - 0,90 m, dificultando a dinâmica da água no perfil e o seu armazenamento no solo, além de diminuir o volume de exploração do solo pelas raízes, reduzindo sua profundidade efetiva, provocando diminuição na absorção de nutrientes e principalmente de água, pelas plantas. Estes fatores em associação à freqüentes estiagens observadas na região de ocorrência desses solos, leva as plantas a estresses freqüentes, resultando em baixa produtividade e longevidade dos pomares de citros (REZENDE, 2000).

Práticas inadequadas de uso do solo provocam alterações em seus atributos físicos originais, os quais passam por mudanças, indicando a susceptibilidade do solo aos impactos das técnicas de manejo. A grade aradora revolve intensamente o solo até 10-15 cm de profundidade, com isso fraciona e incorpora os resíduos vegetais, acelerando a sua decomposição (SILVA, 2001). O revolvimento contínuo e o intenso uso do solo podem resultar em diminuição de sua qualidade. A agricultura convencional inicia processos que podem danificar o solo, alterando propriedades, tais como textura, porosidade, fertilidade e atividade biológica (MUÑOZ et al., 2007). Desta forma, tem sido muito comum avaliar a qualidade do solo submetido a diferentes manejos, a fim de identificar áreas com problemas de produção, proporcionar estimativas realistas de produção, monitorar mudanças na qualidade ambiental e definir a tecnologia mais racional de uso do solo (DORAN, 2002).

A densidade do solo é afetada por vários fatores, como sistemas de manejo, tipo de cobertura vegetal, quantidade de resíduos à superfície e teor

de matéria orgânica do solo. Aumentos na densidade podem ser relacionados à compactação pelo tráfego de máquinas e uso de implementos, com efeitos em superfície ou em sub-superfície. Com relação à porosidade, estudos indicam que, em sistemas convencionais de preparo do solo, o revolvimento causa aumento dos macroporos. Este efeito, no entanto, ocorre por um curto período de tempo, sendo que, o uso continuado de implementos no preparo do solo pode causar redução do volume de macroporos abaixo da camada superficial (D'ANDRÉA, 2001).

Avaliações como densidade e porosidade do solo têm sido utilizadas como indicadores físicos de qualidade do solo (SILVA et al., 2006). A densidade do solo constitui-se uma das propriedades físicas mais estudadas, para a caracterização e identificação dos efeitos dos sistemas de manejo, nas condições físicas do solo e pode ser usada na estimativa de sua estrutura, com relação ao potencial de lixiviação, produtividade e aspectos erosivos. O espaço poroso do solo é formado por vários processos que resultam em poros de diferentes formas e tamanhos.

A densidade do solo é afetada por vários fatores, como sistemas de manejo, tipo de cobertura vegetal, quantidade de resíduos à superfície e teor de matéria orgânica do solo.

Paralelamente à caracterização da compactação do solo em citros, outras propriedades físicas complementares são avaliadas, como o conteúdo de água e a resistência do solo à penetração (CINTRA et al., 1983; LIMA et al., 2004, 2005; SANTANA et al., 2006). A compactação do solo refere-se à compressão do solo que leva ao aumento de sua densidade em consequência da redução de seu volume. Esta operação resulta na expulsão do ar dos poros, causando um rearranjo das partículas, tornando o solo mais denso e conseqüente reduzindo sua porosidade (SILVA, BARROS e COSTA, 2006). Valores excessivos de resistência do solo à penetração podem influenciar o crescimento das raízes em comprimento e diâmetro (MEROTTO & MUNDSTOCK, 1999) e na direção preferencial do crescimento radicular (IJIJIMA & KONO, 1991). Silva et al. (2002) relatam que um valor de 2 MPa de resistência à penetração do solo tem sido associado a condições impeditivas para o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas. A resistência à

penetração é um dos atributos físicos do solo, que influencia o crescimento de raízes e serve como base à avaliação dos efeitos dos sistemas de manejo do solo sobre o ambiente radicular (TORMENA e ROLOFF, 1996). A resistência a penetração é influenciada pela textura, conteúdo de água, densidade do solo e tipo de mineral de argila no solo (GOMES & PEÑA, 1996).

Cintra e Coelho (1987) demonstraram que em face da alta percentagem de areia dos solos e da deficiência hídrica que ocorre na região citrícola da Bahia, torna-se indispensável para obtenção de produtividades adequadas, a adoção de práticas culturais que permitam aumentar os teores de matéria orgânica e capacidade de retenção de água nesses solos. O controle de plantas daninhas sem o uso de grade e com a associação de leguminosas nas entrelinhas é a melhor opção para redução da compactação e aumento da infiltração de água nos Latossolo arenosos, pois são facilmente adensados na superfície, pelo impacto das gotas das chuvas na desintegração dos agregados (DEMATTE & VITTI, 1992; CARVALHO et al. 1998).

A condutividade hidráulica saturada do solo é importante para informar a capacidade de transporte de água, solutos e substâncias químicas. Segundo Teixeira et al. (2005) o conteúdo de água no solo é uma variável utilizada em estudos que envolvem agricultura, hidrologia e meteorologia, dentre outros. Na agricultura, essa informação é necessária para muitas aplicações, que incluem o planejamento da irrigação para o aumento da produção agrícola. Nesse contexto, a condutividade hidráulica ocupa papel de destaque, pois está diretamente relacionada à capacidade do solo em conduzir água.

Fernandes et. al.(1983) estudando as influências de sistemas de manejo na condutividade hidráulica do solo, observaram que dependendo do sistema de preparo e da profundidade os valores podem ser maiores ou menores, porém eles ressaltam que, de um modo geral, os valores de condutividade hidráulica estão relacionados com as quantidades de poros com diâmetro superior a 0.07 mm e com a densidade do solo. Segundo Silva (2001), manter as condições físicas do solo mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas com a adoção de manejos conservacionistas que minimizem as alterações nas condições naturais, do solo é essencial à manutenção da sua qualidade. Nesse contexto, alternativas para manejos de solos coesos como o uso de subsolagem, é uma das mais promissoras, pois consiste em romper as

camadas compactadas ou adensadas, sem causar inversão das camadas (CAMARGO, 1983). Em estudos com limão 'cravo' sob laranja' Pêra' Rezende et al. (2002), verificaram que a subsolagem modificou a estrutura do solo, reduziu a resistência à penetração radicular, contribuiu para melhoria da circulação de ar, água e nutrientes.

A qualidade do solo também é influenciada por propriedades químicas, ou seja, pela fertilidade. As intensidades de revolvimento do solo e de incorporação dos resíduos culturais promovem modificações nos teores da matéria orgânica, na capacidade de troca de cátions, no pH e na dinâmica dos íons (FALLEIRO et al., 2003). Dentre os atributos químicos, a matéria orgânica do solo apresenta potencial para ser utilizada como atributo-chave da qualidade do solo, pois além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão. Ela também atua sobre outros atributos, tais como a ciclagem de nutrientes e estruturação do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Este trabalho teve o objetivo, avaliar a influência de dois sistemas de manejo do solo na qualidade física e química de um Latossolo Amarelo coeso do Recôncavo Baiano cultivado com lima ácida 'Tahiti'.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de junho 2007 a fevereiro de 2008, em um pomar de lima ácida 'Tahiti' sob *Citrumelo Swingle*, instalado no Município de Cruz das Almas - BA, na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical da Embrapa, situado nas coordenadas geográficas 12°40'0"S, 39°06'0"W, altitude 200m, temperatura média anual de 24,5°C, clima tropical quente úmido (Aw a Am, segundo a classificação de Koppen, e pluviosidade média de 1224mm por ano (SEI, 2005).

O pomar possui seis anos com cultivo de lima ácida 'Tahiti', em espaçamento de 5m entre as linhas e 4m entre as plantas, nas linhas. Os tratamentos testados foram: (T1 - Sistema Integrado, com subsolagem cruzada antes do plantio + herbicida glifosato na dosagem (200ml/20L de H<sub>2</sub>O) nas linhas + plantio direto do amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*) nas entrelinhas e

T2. Sistema convencional – aração+gradagem, antes do plantio + três a quatro capinas nas linhas e mesmo número de gradagens nas entrelinhas).

Na tabela 1 encontram-se os valores médios mensais de temperatura do ar, precipitação, insolação e umidade relativa do período de coleta dos dados.

**Tabela 1.** Valores de temperatura média mensal do ar (°C), precipitação total mensal (mm), insolação (horas/mês) e umidade relativa do ar (%), referentes às principais condições climáticas do período de coleta de dados, no município de Cruz das Almas, BA, 2007 e 2008.

Meses / ano	Temperatura °(C)	Precipitação (mm)	Insolação (hora/mês)	Umidade relativa do ar (%)
jun/07	22,2	150,9	153,1	85,3
jul/07	22,3	68,7	186,1	84,9
ago/07	21,4	134,1	180,5	85,0
set/07	22,0	95,4	181,4	84,4
out/07	23,2	40,6	204,9	81,8
nov/07	25,0	8,6	180,8	75,7
dez/07	25,4	17,0	226,8	73,7
jan/08	25,9	8,4	231,2	69,6
fev/08	25,3	174,3	200,0	72,3

Fonte: Estação Agroclimatologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura - Cruz das Almas - BA.

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo coeso (Embrapa, 1999). Para avaliação da qualidade química o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (duas profundidades e dois manejos) com seis repetições e para a qualidade física foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (quatro profundidades e dois manejos) com duas repetições.

Para as avaliações da qualidade física foram abertas trincheiras para retirada das amostras indeformadas, nas profundidades 0- 0,10, 0,10 - 0,20, 0,20 – 0,40 e 0,40 – 0,60 m, nas linhas e entrelinhas da cultura. Utilizaram-se os seguintes atributos: porosidade total, microporosidade, macroporosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica do solo saturado e resistência à

penetração. A determinação da densidade do solo, porosidade do total, macro e micro e condutividade hidráulica do solo saturado, foi feita de acordo com a metodologia preconizada por Embrapa (1997). Para determinação da resistência a penetração utilizou-se o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, seguindo-se a metodologia proposta por Stolf et al. (1983), cujos resultados experimentais foram obtidos em  $\text{Kgf cm}^{-2}$  e depois multiplicados pela constante 0,098 para transformação em MPa, conforme Beutler et al (2001).

Para avaliação da qualidade, química foram coletadas amostras nas profundidades 0- 0,10 m e 0,10 - 0,30 m nas linhas e entrelinhas da cultura. Utilizaram-se os seguintes atributos: pH, capacidade de troca catiônica (CTC), percentagem de saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (MO). O método utilizado para pH, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica cujas determinações foram feitas de acordo com Embrapa, 1997.

A análise de variância e teste de Tukey 5% de probabilidade para comparação das médias entre os tratamentos, foram feitos utilizando-se o programa SAS (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Atributos químicos

Nas linhas de plantio na profundidade de 0,0–0,10 m houve diferença estatística entre os manejos nos atributos pH (5,8 e 5,37), percentagem de saturação de bases (72,2% e 57,8%) e no teor de matéria orgânica (9,91 e 9,14), para o sistema integrado e convencional, respectivamente. No entanto, não houve diferença entre o teor de alumínio (0,08% e 0,06%) e CTC (4,01 e 3,84). Na profundidade de 0,10 - 0,30 m não houve diferença entre os atributos avaliados. Quando avaliou-se o efeito da profundidade, dentro de cada sistema de manejo, verifica – se que houve diminuição do pH e saturação por bases (V%) em profundidade, diferindo estatisticamente apenas no sistema integrado (Tabela1).

**Tabela 1.** Valores dos atributos químicos encontrados na linha de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida ‘Tahiti’ submetida a dois sistemas de manejo T1 e T2.

Profundidade (m)	pH		m %		CTC cmolc/ kg <sup>-1</sup>		V (%)		MO (g.kg <sup>-1</sup> )	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
0,0-0,10	5,8aA	5,37bA	0,08aA	0,06aA	4,01aA	3,84aA	72,2aA	57,8bA	9,91aA	9,14bA
0,10-0,30	5,3aB	5,3aA	0,05aA	0,01aA	3,97aA	3,83aA	60,2aB	54,3aA	9,67aA	9,09aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade.

Na profundidade de 0,0- 0,10 m na entrelinha (Tabela2) verifica-se diferença estatística entre os manejos para os atributos pH, m%, CTC, V%, e MO. Na profundidade 0,10- 0,30 m somente para o pH foram observados diferença estatística. Em relação ao efeito de profundidade, apenas para

saturação do alumínio não foi verificada diferença estatística os demais atributos diferiram estatisticamente pH (5,9 e 5,2), CTC (4,69 e 4,13), v% (75,8 e 59,5) e MO (11,9 e 9,62) nas profundidades 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,30 m, respectivamente.

**Tabela 2.** Valores dos atributos químicos encontrados na entrelinha de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida ‘Tahiti’ submetido à dois sistemas de manejo T1 e T2. Cruz das Almas, BA.

Profundidade (m)	pH		m %		CTC cmolc/ kg <sup>-1</sup>		V (%)		MO (g.kg <sup>-1</sup> )	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
0,0-0,10	6,0aA	5,3bA	0,00aA	0,06bA	4,69aA	4,17bA	75,8aA	58,5bA	11,9aA	9,7bA
0,10-0,30	5,2bB	5,0aA	0,05aA	0,08aA	4,13aB	3,79aA	59,5aB	52,0aA	9,62aB	8,27aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade.

Verifica – se que houve efeito benéfico do sistema de manejo integrado na camada superficial do solo, tanto na linha como entrelinha de plantio, que refletiu na elevação do pH, percentagem de saturação de bases, teor de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e baixos teores de alumínio. Sabendo – se que pH ideal para a cultura deve variar de 5,5 a 6, 5, no sistema de manejo integrado observou – se que este encontra- se adequado na camada superficial, o mesmo ocorreu com a saturação em que a calagem elevou para mais de 70%.Esse efeito não foi observado em profundidade quando comparou-se os dois sistemas de manejos. Estes resultados estão de acordo com Falleiro et al. (2003). Segundo esses autores o maior revolvimento do solo e a incorporação de restos de cultura promovem modificações nos teores de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, pH e dinâmica de íons.

Outro aspecto que ficou evidente foi a baixa saturação de alumínio (m%) em ambos o sistema de manejos e profundidades de amostragem, provavelmente, tendo como causa valores de pH acima de 5,5 na camada de 0,0-0,10 m e próximo a este na camada de 0,10-0,30 m. Este é um aspecto

importante, pois, concentrações elevadas de alumínio trocável no solo, interferem negativamente no desenvolvimento das culturas sendo um impedimento químico.

O maior acúmulo de matéria orgânica na camada superficial, nas entrelinhas do sistema integrado, foi provavelmente devido ao efeito da cobertura proporcionada pelo amendoim forrageiro (*Arachis pinto*), que possui baixa relação C/N e ao menor revolvimento do solo. Estes resultados concordam com os de Silva e Vidor (1984) e Bayer et al. (2000).

A maior capacidade de troca de cátions da camada superficial está relacionada com o maior teor de matéria orgânica. De acordo com Raji (1991) existe uma relação direta entre esses atributos. Santos e Tomm (2003) observaram diferenças entre os teores de matéria orgânica quando compararam a camada superficial e as mais profundas do solo.

Os valores de pH nos dois sistemas de manejo e nas profundidades, variaram de 5,0 a 6,0, diminuindo em profundidade nos dois sistemas. Na entrelinha de plantio e dentro do sistema de manejo integrado houve um efeito mais pronunciado na diminuição dos valores dos atributos químicos estudados, em profundidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Cintra et al. (1983) e Santos et al. (1999), em pomar de laranja pêra submetido a diferentes sistemas de manejo.

### **Atributos Físicos**

Na Tabela 3, encontram-se os valores da porosidade total, macroporos, microporos, densidade do solo e condutividade hidráulica do solo saturado, na linha de plantio. Observa-se que o volume total de poros diferiram estatisticamente entre os manejos estudados, apenas na profundidade 0,0–0,10m. Comportamento semelhante ocorreu com a densidade do solo que apenas diferiu entre os manejos na camada superficial ( $1,46 \text{ g cm}^{-3}$   $1,60 \text{ g cm}^{-3}$ ) no sistema integrado e convencional respectivamente. Na comparação entre as profundidades, foram observadas diferenças para o sistema integrado apenas no atributo densidade do solo onde os valores variaram de  $1,46 \text{ g cm}^{-3}$  na camada de 0,0-0,10 m a  $1,64 \text{ g cm}^{-3}$  na camada 0,20-0,40 m.

A porosidade total nas linhas variou de 0,36 – 0,42  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  no T1 e 0,33 – 0,36  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  no T2. Observa – se que para ambos os sistemas a porosidade total encontra – se dentro do limite de 0,30 a 0,60  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  (KIEHL, 1979). Vale ressaltar, que o mesmo não aconteceu com a distribuição de poros onde, no sistema integrado essa relação foi considerada ideal tanto na linha como na entrelinha, não constituindo restrição à aeração e ao movimento de água no solo (FREITAS et al., 1998).

**Tabela 3** - Valores de porosidade total (VTP), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), densidade do solo (Ds) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ko) na linha de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida ‘Tahiti’, submetido a dois sistemas de manejo (Cruz das Almas - BA).

Profundidade (m)	VTP ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )		Ma ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )		Mi ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )		Ds ( $\text{g cm}^{-3}$ )		Ko $\text{cm h}^{-1}$	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
0-10	0,42aA	0,35bA	0,15aA	0,11aA	0,27aA	0,23aA	1,46aB	1,60bA	63,3aA	45,1aA
10-20	0,39aA	0,36aA	0,14aA	0,11aA	0,25aA	0,25aA	1,5aAB	1,58aA	40,0aA	35,1aA
20-40	0,36aA	0,33aA	0,12aA	0,08aA	0,24aA	0,25aA	1,55aB	1,64aA	38,5aA	37,6aA
40-60	0,38aA	0,35aA	0,13aA	0,11aA	0,25aA	0,24aA	1,62aA	1,62aA	23,9aA	17,0aA

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade

Na entrelinha (Tabela 4), não ocorreram diferenças estatísticas entre os manejos e nem efeito de profundidade na macro e microporosidade. O sistema integrado favoreceu o aumento do volume total de poros ( $0,41 \text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ), apenas na profundidade de 0,0 – 0,10 m. A condutividade hidráulica foi diminuindo em profundidade sendo que apenas na camada de 0,40 – 0,60 m não houve diferença estatística entre os manejos. Para a densidade do solo na profundidade de 0,0-0,10 e 0,40-0,60 m houve diferença estatística entre os manejos. Nas entrelinhas do sistema convencional quando a densidade do solo estava variando de 1,59 e 1,68  $\text{Mg m}^{-3}$ , a macroporosidade foi abaixo e próximo de  $0,10 \text{m}^3 \text{m}^{-3}$  mínimo adequado para as trocas líquidas e gasosas

entre o ambiente externo e o solo considerado crítico para o crescimento das raízes da maioria das culturas (TAYLOR & ASHCROFT, 1972; GLINSKI & LIPIEC, 1990; XU et.al.; 1992). Resultados semelhantes foram encontrados por Dias (2006), trabalhando com leguminosas e subsolagem em um solo de tabuleiros costeiros com citros, onde o sistema convencional proporcionou tendência de diminuição no número de macroporos. O menor valor da porosidade na camada de 0,20 a 0,40m resulta do adensamento desta camada e a redução do volume total de poros decorre do caráter coeso dessas camadas nos solos de Tabuleiros Costeiros.

**Tabela 4** - Valores de porosidade total (VTP), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), densidade do solo (Ds) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ko) na entrelinha de plantio de um Latossolo amarelo coeso cultivado com lima ácida 'Tahiti', submetido a dois sistemas de manejo (Cruz das Almas-BA).

Profundidade (cm)	VTP (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		Ma (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		Mi (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		Ds (g cm <sup>-3</sup> )		Ko cm h <sup>-1</sup>	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
0-10	0,41aA	0,35bA	0,16aA	0,09aA	0,25aA	0,25aA	1,43aA	1,66bA	43,5aA	4,01bA
10-20	0,38aA	0,36aA	0,14aA	0,10aA	0,24aA	0,26aA	1,5aAB	1,59aA	41,7aA	2,56bA
20-40	0,38aA	0,37aA	0,13aA	0,11aA	0,25aA	0,27aA	1,52aB	1,59aA	38,5aA	11,01bA
40-60	0,37aA	0,35aA	0,13aA	0,09aA	0,24aA	0,26aA	1,52aA	1,68bA	18,08aA	11,6aA

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas entrelinhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey 5% de probabilidade.

Esses resultados mostraram uma relação inversa entre o volume total de poros e a densidade do solo, na linha e entrelinha do sistema integrado, na camada superficial, indicando uma melhor movimentação de água, que ficou evidenciado em valores bem mais elevados de condutividade hidráulica saturada.

Os menores valores de densidade do solo no sistema integrado, pode ser atribuído ao efeito da subsolagem associada a cobertura vegetal (leguminosa), que cobre o solo evitando a compactação ocasionada pela chuva ou tráfego de

máquinas e implementos. Por outro lado, a maior densidade do solo no sistema convencional provavelmente está relacionada com a maior compactação do solo pelo tráfego de máquinas e implementos. Este efeito já foi constatado em diversos trabalhos como os de (HAJABBASI ET AL; 1997; HARTEMINK, 1998; CAVENAGE ET AL., 1999). O aumento da densidade do solo nos horizontes superficiais e subsuperficiais, provavelmente, foi decorrente da ação de implementos agrícolas utilizados (arados e grades), seja pulverizando os horizontes superficiais e aumentando a densidade de acomodação do solo, seja promovendo a compactação mecânica dos horizontes subsuperficiais (pé de grade/arado). Coelho Filho et al. (2001), afirmam que áreas de maior densidade do solo dentro de um pomar de citros, apresentaram menor capacidade de retenção de água. Vale ressaltar que os valores de densidade do solo encontrados nas linhas e entrelinhas do sistema integrado ficaram abaixo do limite crítico preconizado por Souza et al. (2003).

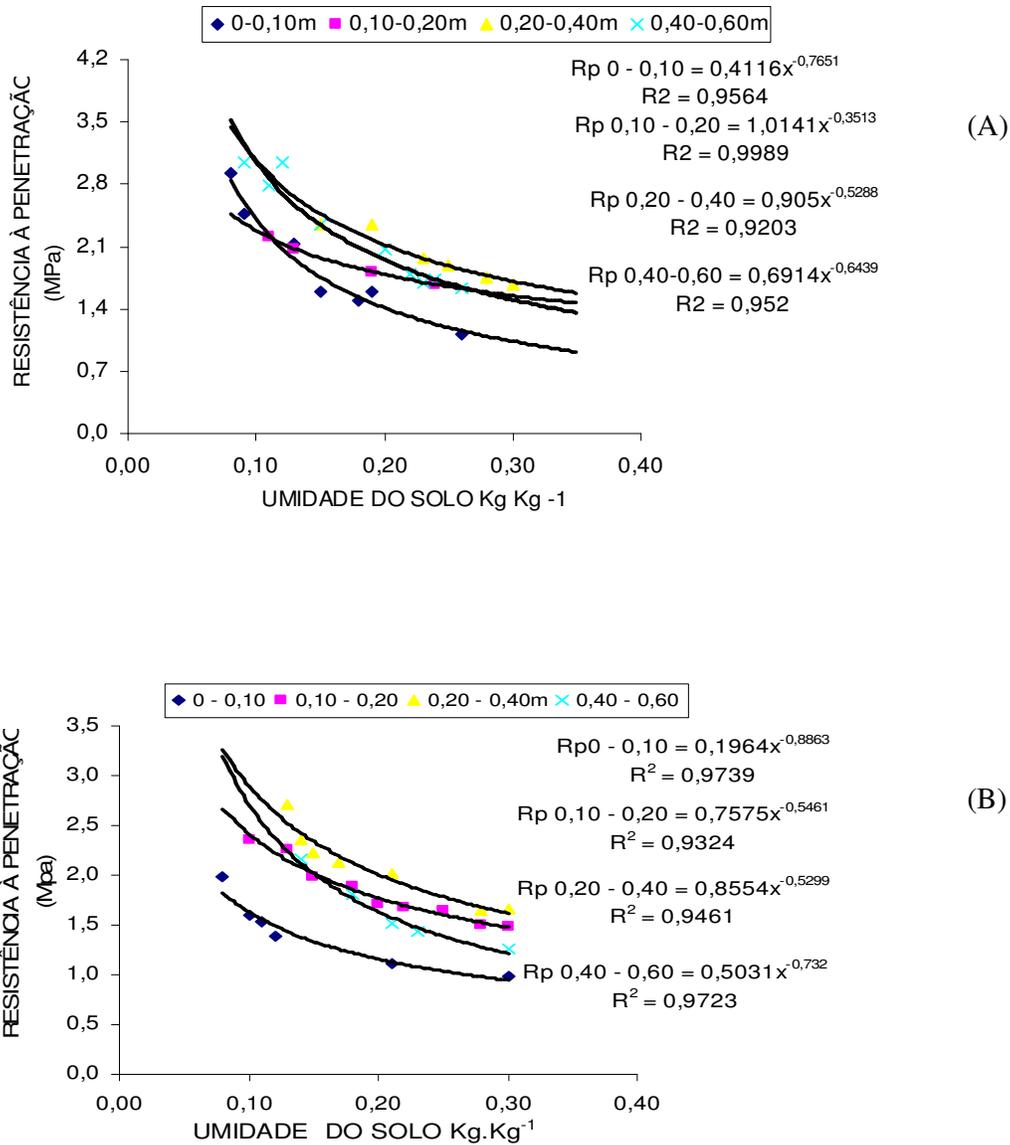
A condutividade hidráulica saturada teve ampla variação entre os sistemas e profundidades avaliadas nas entrelinhas, desde valores próximos a 3,0 até 43,5 cm h<sup>-1</sup> (Tabela 4), apresentando – se como restritiva em algumas profundidades no sistema convencional.

Apenas na entrelinha do sistema integrado na profundidade de 0,0–0,10 m, os valores de resistência à penetração ficaram abaixo limite crítico de 2,0MP considerando limitante para o desenvolvimento de raízes (TAYLOR *et al.*, 1966), nas demais profundidades verifica-se que em menores teores de umidade esses valores estão considerados dentro daqueles que restringem o desenvolvimento radicular. Na linha desse mesmo sistema observou – se que para todas as profundidades, esses valores foram limitantes em menores teores de umidade, com valores mais elevados em profundidade(Figura 1A e 1B).

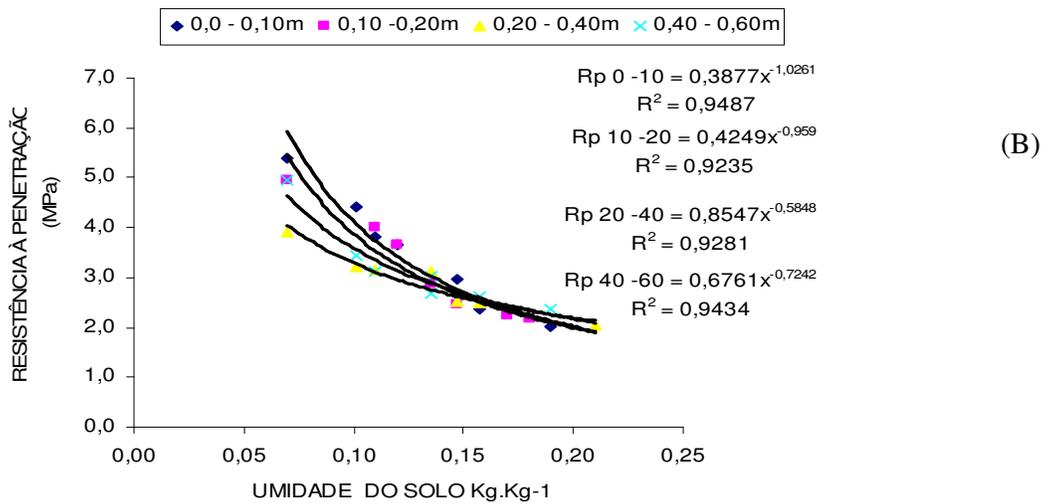
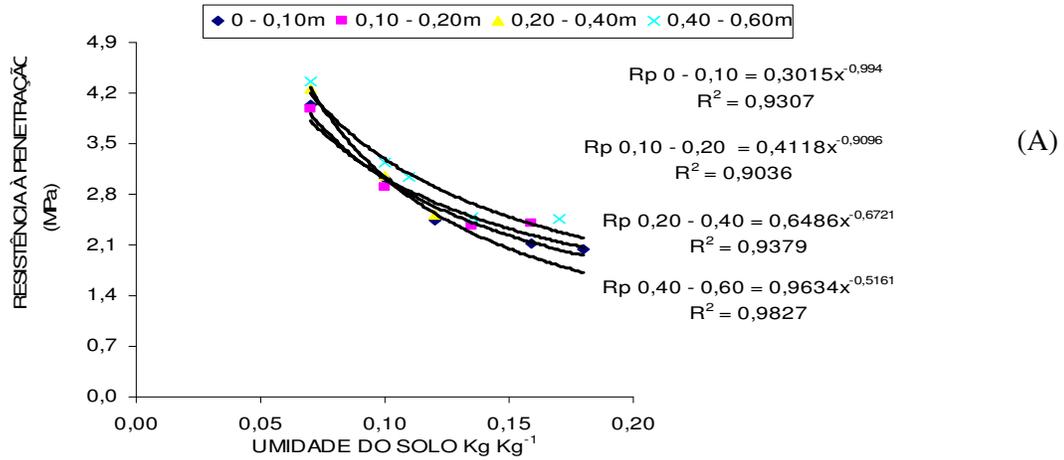
No sistema convencional, verifica-se que em todas as profundidades os valores de resistência restringem o desenvolvimento radicular mesmo em maiores umidade tanto nas linhas como nas entrelinhas (Figura 2A e 2B).

Vale ressaltar, que neste trabalho, não observou – se efeito do sistema de manejo integrado, em profundidade, especificamente nas entrelinhas. Isto pode ter ocorrido pelo fato de a planta leguminosa utilizada (*Arachis pintoi*) produzir pouca quantidade de massa verde em relação a outras espécies como

crotalaria, feijão de porco e também por possuir um sistema radicular de crescimento pouco agressivo.



**Figura 1** - Resistência à penetração (MPa) de um Latossolo Amarelo Coeso cultivado com lima ácida 'tahiti' em sistema integrado (A) linha, (B) entrelinha. Cruz das Almas, BA.



**Figura 2** - Resistência à penetração (MPa) de um Latossolo Amarelo Coeso cultivado com lima ácida 'tahiti' em sistema convencional (A) linha, (B) entrelinha. Cruz das Almas, BA.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento e no período estudado, conclui-se que:

O sistema de manejo integrado melhora a qualidade química do latossolo amarelo coeso na camada superficial, bem como a qualidade física, no que diz respeito ao movimento de água e aeração, não oferecendo resistência ao crescimento de raízes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C. et al. Efeitos de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.599-607, 2000.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C. & PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob dois sistemas de manejo na região dos cerrados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:167-177, 2001.

BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 14:91-98, 1990.

CAMARGO, O.A. Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas. São Paulo. Fundação Cargill, 1983. 44 p.

CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; CALDAS, R.C.; RAMOS, W. F.; COSTA NETO, A. de O.; ARAÚJO, A. M. de A. ; LOPES, L. C.; SILVEIRA, J. R. da S. Manejo do solo no controle integrado de plantas daninhas em citros. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP, v.20, n.1, p.21 – 27, 1998.

CINTRA, F.L.D.; COELHO, Y.S. Caracterização física do solo em pomares da região do Recôncavo baiano. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.9, n.1, p. 27-35,1987.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J.; SCOPEL, I. Caracterização do impedimento mecânico em um Latossolo Roxo do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.7, p.323-327,1983.

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, R.D.; GONÇALVES, A.C.A. Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas do solo em um pomar de lima ácida Tahiti, irrigado por microaspersão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 239-246, 2001

CONCEIÇÃO, PAULO CÉSAR; AMADO, T. J. C; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade de solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. Revista Brasileira de Ciência do solo, 29:777-788, 2005

D'ANDRÉA, A. F. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. 2001. 106 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

DEMATTE, J. L. I.; VITTI, G. C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para os citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-FISIOLOGIA, 1992, Bebedouro, SP. Anais... Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p.67-99.

DIAS, R. C.S. Qualidade do solo e desenvolvimento radicular de citros em latossolo amarelo coeso sob diferentes sistemas de manejos. 2006.53p Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Ba 2006.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. Agriculture Ecosystems & Environment. Lincoln, 88, 119-127, 2002.

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M.; BRONSON, R.D.; MANNERING, J.V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.3, p.329-333, 1983.

FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P. Metodologia de pesquisa em manejo do solo: estrutura e porosidade do solo. Apresentado na Reunião sobre Metodologia de Pesquisa em Manejo do Solo, Passo Fundo, 1988.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n.6 , p. 1097-1104, 2003.

GOMES, A. da S.; PEÑA, Y.A. Caracterização da compactação através do uso do penetrômetro. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.49, n.426, p.18-20, 1996.

GLINSKI, J. & LIPIEC, J. *Soil physical conditions and plant roots*. Florida, CRC Press, 1990. 250p

HAJABBASI, M.A.; JALALIAN, A. & KARIMZADEH, H.R. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. *Plant Soil*, 190:301-308, 1997.

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

HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. & van OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil Till. Res.*, 35:23-36, 1995.

IJIMA, M.; KNO, Y. Interspecific differences of the root system structures of four cereal species as affected by soil compaction. *Japanese Journal of Crop Science*, v.60, p.130-138, 1991.

LIMA, C.L.R.; SILVA, A.P.; IMHOFF, S.; LIMA, H.V. & LEÃO, T.P. Heterogeneidade da compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pomar de laranja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:409-414, 2004.

LIMA, et al. Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:677-684, 2005.

LOGSDON, S.D. et al. Macroporosity and its relation to saturated hydraulic conductivity under different tillage practices. *Soil Science Society of American Journal*, n.54, p.1096-1101, 1990.

Kiehl, E.J. *Manual de edafologia*. São Paulo, SP: CERES, 1979, 262p.

MELO FILHO, J. F.; DEMATÊ, J.A. M.; LIBARBI, P.L. & PORTELA, J.C. Comportamento espectral de um latossolo amarelo coeso argissólico em função de seu uso e manejo. *Magistra*, v.16, n.2, p.105-112, 2004.

MEROTTO, A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.197-202, 1999.

MUÑOZ, A.; LÓPEZ-PIÑEIRO, A.; RAMÍREZ, M. Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region of south western Spain. *Soil & Tillage Research*, 2007.

REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State. *Agricultural Ecosystem Environmental*, v. 80, p.29-45, 2000.

REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI-spa, 117p. 2000. il. (Série Estudos Agrícolas, 1).

REZENDE, J. de O.; MAGALHÃES, A.F. de J.; SHIBATA, R.T.; ROCHA, E.S., FERNANDES, J.C.; BRANDÃO, F.J.C.; REZENDE, V.J.R.P. Citricultura nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros: análise e sugestões. Salvador SEAGRI/SPA, 2002. 97p. (Série Estudos Agrícolas, 3).

SANTANA, M.B.; SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D. & FONTES, L.E.F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:1-12, 2006.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT User's Guide. v. 8.0. Vols. I, II and III. Cary NC: SAS Institute, Inc., 2000.

SILVA, A.P. & KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. Soil Science Society of American Journal., 61:877-883, 1997.

SILVA, R. R. Qualidade do solo em função de diferentes sistemas de manejo na região campos das vertentes, bacia alto do rio grande-MG. 2001. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. Qualidade física do solo: métodos de estudo-sistemas de preparo e manejo do solo. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 1-18.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Atributos físicos de dois latossolos afetados pela compactação do solo. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental. V. 10, n.4, p. 842-847, 2006.

SOUZA, L. S. Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS. Cruz das

-

Almas, 1996. Anais. Cruz das Almas: EAUFBA/GVFBA, EMBRAPA/CNPMPF, 1996, P.36-75.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L.D. & SOUZA,L.F.da S. Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo sob o enfoque de produção vegetal: estudo de caso para citros em solos coesos de tabuleiros costeiros.In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo,29.2003, Ribeirão Preto. Palestras.... Ribeirão Preto/ SP: Agronomia, 2003.CD-ROM.

SOUZA, A. L. V. Avaliação da qualidade de um LATOSSOLO AMARELO Coeso argissólico dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Uso, Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005.

STOLF, R.; FERNANDES.J.; FURLANI NETO,V.L. Recomendações para o uso do penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar- Stolf. Ver. STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos, 1:3-11,1983.

SEI-Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia.Disponível em: <[http://sei.ba.gov.br/sei/frame\\_tabela.wsp?tmp.volta=sg6&tmp.tabela=t79](http://sei.ba.gov.br/sei/frame_tabela.wsp?tmp.volta=sg6&tmp.tabela=t79)> Acesso em 10 nov.2007.80

TAVARES FILHO, J. et al. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.23, p.393-399, 1999.

TAYLOR, S.A. & ASHCROFT, G.L. Physical edaphology: The physics of irrigated and nonirrigated soils. San Francisco, W.H. Freeman, 1972. 532p.

TAYLOR, H. M., Roberson, G. M., and Parker, J. J. Soil strength-root penetration relations for medium-to-coarse-textured soil materials. Soil science, 102, 18-22.1966.

TEIXEIRA, C.F.A.; MORAES, S.O.; SIMONETE, M.A. Desempenho do tensiômetro, TDR e sonda de nêutrons na determinação da umidade e condutividade hidráulica do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 161-168, 2005.

TORMENA, C.A. & ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. *Revista Brasileira Ciência. Solo*, 20:333-339, 1996.

TSEGAYE, T.; HILL, R.L. Intensive tillage effects on spatial variability of soil test, plant growth, and nutrient uptake measurements. *Soil science*, v.163, p.155-165, 1998.

XU, X.; NIEBER, J.L. & GUPTA, S.C. Compaction effect on the gas diffusion coefficient in soils. *Soil Science Society of American Journal.*, 56:1743-1750, 1992.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas cítricas necessitam de uma boa aeração para o desenvolvimento radicular. O transito de maquinas e o manejo mecânico adotado pelos produtores tem contribuído para aumentar a compactação do solo, redução da produção e longevidade dos citrus. As pesquisas têm demonstrado que os solos de tabuleiros costeiros da área citrícola da Bahia se caracterizam pela alta percentagem de areia, e deficiências hídricas, sendo necessário adotar práticas culturais que permitam aumentar os teores de matéria orgânica e capacidade de retenção de água nos solos. Neste sentido, vários trabalhos têm sido desenvolvidos nesta linha de pesquisa nos solos de tabuleiros costeiros cultivado com citros, no estado da Bahia. Tem sido testados sistemas de manejos integrados onde o controle de plantas daninhas na linha de plantio é feito com herbicidas e nas entrelinhas de plantio direto de plantas de coberturas, como crotalaria, feijão de porco. Esses resultados têm mostrado que a adoção deste sistema integrado tem reduzido a compactação, com o aumento da infiltração de água, e melhoria das condições de aeração, inclusive em profundidades em função do sistema radicular agressivo de algumas espécies de leguminosas. No caso específico deste trabalho, esse efeito em profundidade não ocorreu, talvez, pelo fato da espécie utilizada *Arachis pintoi* não possuir este tipo de sistema radicular e nem grande produção de massa verde. Ressalta – se também que esse efeito não foi pronunciado na qualidade biológica. Desta forma sugerimos que essa pesquisa tenha continuidade, testando outras espécies de leguminosas, não só para melhorar as condições físicas e biológicas do solo, mas também, as condições químicas, no que diz respeito, principalmente ao efeito causado pela decomposição de matéria orgânica de baixa relação C/N, que é o caso das leguminosas.