



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ALTERAÇÕES EM ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DE UM SOLO DE  
TABULEIROS COSTEIROS CULTIVADO COM MAMÃO, SOB  
DIFERENTES MANEJOS DE COBERTURA VEGETAL.**

**ISABEL CRISTINA SILVA MAIA**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**  
**JUNHO – 2003**  
**ALTERAÇÕES EM ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DE UM SOLO DE**  
**TABULEIROS COSTEIROS CULTIVADO COM MAMÃO, SOB**  
**DIFERENTES MANEJOS DE COBERTURA VEGETAL.**

**ISABEL CRISTINA SILVA MAIA**

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal da Bahia, 1999.

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: Uso, Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Solo e Água.

**Co-orientador: Dr. Aldo Vilar Trindade**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2003

### FICHA CATALOGRÁFICA

M217 Maia, Isabel Cristina Silva.

Alterações em atributos microbiológicos de um solo de tabuleiros costeiros cultivado com mamão, sob diferentes manejos de cobertura vegetal / Isabel Cristina Silva Maia. – Cruz das Almas, BA, 2003.

82 f.: il., tab., graf.

Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, 2003.

1. Microbiologia do solo 2. Biomassa microbiana 3. Atividade microbiana 4. Qualidade do solo 5. Solo – mamão. 6. Solo – manejo. 7. Solo – Cobertura vegetal I. Universidade Federal da Bahia – Escola de Agronomia. II. Título.

CDD 20. ed. 631.46

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Peixoto  
Escola de Agronomia – UFBA  
(Orientadora)

---

Dr. Aldo Vilar Trindade  
EMBRAPA – Mandioca e Fruticultura

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Deise Machado Ferreira de Oliveira  
Escola de Agronomia – UFBA

Homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em  
.....  
Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrárias em  
.....

*Dedico com todo carinho ao meu marido Carlos José e aos meus filhos Carlos Eduardo e Isabela Cristina, que com muito amor, compreensão e apoio incondicional contribuíram para a conclusão desse trabalho.*

*A minha mãe Célia Maia (in memoriam) e a minha tia mãe Celuta e os meus irmãos Orlando, Sandra, Cezar, Mera, Tânia, Silvana, Cícero e Walter pela oportunidade de estudo e confiança em mim depositada ao longo de toda a minha vida.*

*Ofereço aos meus filhos e sobrinhos para que lhes  
sirvam de inspiração. E a todos que acreditaram na  
realização desse trabalho.*

## **MENSAGEM**

*Não espere um sorriso para ser gentil...*

*Não espere ser amado para amar.*

*Não espere ficar sozinho, para reconhecer o valor de quem está ao seu lado.*

*Não espere ficar de luto, para reconhecer quem hoje é importante para você.*

*Não espere o melhor emprego, para começar a trabalhar.*

*Não espere a queda para lembrar-se do conselho.*

*Não espere a enfermidade para reconhecer quão é frágil a vida.*

*Não espere ter dinheiro aos montes para então contribuir.*

*Não espere por pessoas perfeitas para então se apaixonar.*

*Não espere a mágoa para então pedir perdão.*

*Não espere a separação para buscar a reconciliação.*

*Não espere elogios para acreditar em si mesmo.*

*Não espere a dor para acreditar em oração.*

*Não espere o dia de sua morte, sem antes...*

## **amar a vida**

*Seja sempre você, autêntico e único.*

*autor desconhecido*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde e condições físicas, morais e psicológicas para realização de todas as tarefas na minha vida.

Ao Dr. Aldo Vilar Trindade, pela oportunidade, incentivo, orientação, ensinamentos e confiança depositados em mim ao longo da minha vida acadêmica.

À Escola de Agronomia e ao curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal da Bahia, pelos ensinamentos e oportunidade para a realização desse curso.

À **Embrapa Mandioca e Fruticultura** pela disposição do projeto de pesquisa, apoio, treinamento, infra-estrutura e recurso financeiro para execução desse trabalho.

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias e aos professores pela orientação, pelo carinho e aprendizado conferido e aos funcionários pelo apoio e prontidão no atendimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

À professora Maria de Fátima Peixoto pela orientação e apoio.

Aos pesquisadores da **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Dr. Antônio Souza, Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo, Dr. José Eduardo Borges de Carvalho, Dr. Manoel Teixeira, Dr. Pedro Matos, pelo apoio e incentivo.

As estagiárias Maria da Conceição e Marise Marques pelo apoio e ajuda na realização das análises.

Aos funcionários da **Embrapa Mandioca e Fruticultura**: João Vieira, Roque, José das Neves, Sr. Benedito, Orlando, Luíz, Dilson, José Carlos, D. Iara, D. Suely.

As colegas de curso, Adailde, Wilza, Ana Maria, Florivaldo, Karina, Iraildes, Maxuel, Tuffi, Sandra, Joana Angélica, Eloísa, Lícia, Aurélio, pelo companheirismo e amizade.

À minha família, marido, filhos, irmãos, sobrinhos, primos, tias, cunhados, pelo apoio incondicional.

À minha secretária Maria Antônia (Tonha) que com seu amor, carinho e dedicação cuidou dos meus filhos e da minha casa, favorecendo muito para conclusão desse trabalho.

Sou grata também, a todos que direta ou indiretamente, com palavras ou atitudes contribuíram para a realização desse trabalho.

## SUMARIO

Página

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	
<b>RESUMO</b> .....	
<b>ABSTRACT</b> .....	
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	03
2.1 A cultura do mamão.....	03
2.2 Solos de Tabuleiros Costeiros.....	04
2.3 Cobertura vegetal.....	05
2.4 Qualidade do solo.....	07
2.5 Indicadores microbiológicos de qualidade do solo.....	09
2.5.1 Biomassa microbiana.....	09
2.5.2 Atividade microbiana.....	11
2.5.2.1 Respiração microbiana.....	11
2.5.2.2 Atividade enzimática.....	13
2.5.3 População microbiana (Grandes grupos).....	15
2.5.4 Amonificação e nitrificação.....	16
2.5.5 Fungos micorrízicos arbusculares.....	17



<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
3.1 Caracterização do clima e solo.....	20
3.2 Delineamento experimental.....	21
3.3 Informações importantes sobre a condução do experimento.....	21
3.3.1 Preparo do solo.....	22
3.3.2 Plantio, adubação e calagem.....	22
3.3.3 Controle das plantas daninhas.....	22
3.3.4 Manejo das leguminosas.....	23
3.4 Tratamentos analisados.....	23
3.5 Coleta e manuseio das amostras.....	23
3.6 Análises.....	24
3.6.1 Capacidade máxima de retenção de água.....	24
3.6.2 Atividade microbiana (Respiração basal).....	25
3.6.3 Biomassa microbiana do solo.....	26
3.6.4 Redução do Diacetato de Fluoresceína (FDA).....	27
3.6.5 Atividade da Fosfatase ácida.....	28
3.6.6 População de microrganismos.....	29
3.6.7 Quantificação de microrganismos amonificadores e nitrificadores.....	30
3.6.7.1 Amonificadores.....	31
3.6.7.2 Nitrificadores.....	32
3.6.8 Fungos micorrízicos.....	33
3.7 Análises estatísticas.....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	35
4.1 Caracterização química das áreas estudadas.....	35
4.2 Umidade (%) e Capacidade máxima de retenção de água.....	37
4.3 Carbono da biomassa microbiana.....	39
4.4 Respiração basal.....	40
4.5 Quociente metabólico ( $qCO_2$ ).....	43
4.6 Atividade enzimática estimada pelo FDA.....	45
4.7 Atividade da fosfatase ácida.....	46

4.8 População microbiana.....	47
4.9 Microrganismos amonificadores e nitrificadores.....	48
4.10 Correlações de Pearson.....	52
4.11 Avaliação micorrízica.....	54
4.12 Análise de Agrupamento e Componentes Principais.....	56
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABELAS

		<b>Página</b>
Tabela 1	Solução de Ringer ¼ da força (Umbreit et al., 1972).....	29
Tabela 2	Meio Ágar Nutriente + Cicloheximida (Zuberer, 1994).....	29
Tabela 3	Meio Ágar Nutriente + Extrato de levedura + Rosa de bengala + Estreptomicina (Zuberer, 1994).....	30
Tabela 4	Meio de cultura para contagem de amonificadores (Sarathchandra, 1978).....	31
Tabela 5	Meio de cultivo para quantificação dos microrganismos oxidantes do amônio e do nitrito.....	32

Tabela 6	Médias dos atributos químicos do solo cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, coletado em maio de 2002 em duas profundidades (cm), Cruz das Almas, BA.....	35
Tabela 7	Médias dos atributos químicos do solo cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, coletado em novembro de 2002 em duas profundidades (cm), Cruz das Almas, BA.....	36
Tabela 8	Teores de umidade das amostras de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas épocas do ano, Cruz das Almas, BA.....	38
Tabela 9	Capacidade máxima de retenção de água das amostras de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas épocas do ano, Cruz das Almas, BA.....	38
Tabela 10	Resumo das análises de variâncias nas duas épocas amostradas para os atributos microbiológicos avaliados.....	39
Tabela 11	Carbono da biomassa microbiana de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas épocas do ano, Cruz das Almas, BA.....	40
Tabela 12	Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) de um solo de Tabuleiros Costeiros cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas profundidades, Cruz das Almas, BA.....	44
Tabela 13	Quantificação de bactérias e fungos em um solo de Tabuleiros Costeiros cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas profundidades, Cruz das Almas, BA.....	48
Tabela 14	Correlações entre as variáveis estudadas e o resultado das análises químicas do solo, nas diferentes profundidades - maio de 2002.....	53
Tabela 15	Correlações entre as variáveis e o resultado das análises químicas do solo, nas diferentes profundidade novembro de 2002.....	54

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
Figura 1	Precipitação total (mm) e temperatura média (°C) mensais ocorridas em Cruz das Almas, BA, no ano de 2002.....	21
Figura 2	Respiração basal de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (maio de 2002). 1-Capina em área total; 2-Grade nas ruas da cultura; 3-Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5-Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6-Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.....	42
Figura 3	Respiração basal de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (novembro de 2002). 1-Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem +	

	feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.....	42
Figura 4	Respiração basal de um solo de Tabuleiros Costeiros em duas profundidades (maio de 2002).....	43
Figura 5	Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) em um solo de Tabuleiros Costeiros coletadas em duas profundidades (novembro de 2002). Teste de Scott-Knott, a 5%.....	46
Figura 6	Atividade da fosfatase ácida de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (maio de 2002). 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.....	47
Figura 7	Número mais provável (NMP) de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito em um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em diferentes profundidades (maio de 2002). Análise de variância foi feita com base nos dados transformados em arcsen (raiz NMP); médias em cada profundidade seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (entre manejos) e minúsculas (entre profundidades dentro dos manejos) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária.....	50
Figura 8	Número mais provável (NMP) de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito em um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (novembro de 2002). Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.....	51
Figura 9	Número mais provável (NMP) de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito em um solo de Tabuleiros Costeiros coletadas em duas profundidades (novembro de 2002). Teste de Scott-Knott, a 5%.....	51
Figura 10	Número de esporos de fungos micorrízicos em um solo de	

	Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (maio de 2002). Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.....	55
Figura 11	Número de esporos micorrízicos em um solo de Tabuleiros Costeiros, em diferentes profundidades (novembro de 2002).....	56
Figura 12	Dendrograma ilustrativo da similaridade dos manejos avaliados em maio de 2002, <b>(A)</b> profundidade de 0 - 10cm e <b>(B)</b> profundidade de 10 - 30cm. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.....	57
Figura 13	Dendrograma ilustrativo da similaridade dos manejos avaliados em novembro de 2002, <b>(B)</b> para a profundidade de 0 - 10cm e <b>(A)</b> para profundidade de 10 - 30cm. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.....	58
Figura 14	Dispersão gráfica dos escores dos 6 manejos em relação aos componentes principais 1 e 2, <b>(A)</b> profundidade de 0 - 10cm e <b>(B)</b> 10 - 30cm em maio de 2002. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.....	59
Figura 15	Dispersão gráfica dos escores dos 6 manejos em relação aos componentes principais 1 e 2, <b>(A)</b> profundidade de 0 - 10cm e <b>(B)</b> 10 - 30cm em novembro de 2002. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.....	60

**ALTERAÇÕES EM ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DE SOLO DE TABULEIROS COSTEIROS CULTIVADO COM MAMÃO, SOB DIFERENTES MANEJOS DE COBERTURA VEGETAL**

Autor: ISABEL CRISTINA SILVA MAIA

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MARIA DE FÁTIMA DA SILVA PINTO PEIXOTO

RESUMO: O cultivo do mamoeiro nos solos de Tabuleiros Costeiros necessita de manejo diferenciado, visando diminuir limitações devido à existência de camada coesa, baixo teor de nutrientes, aumento da acidez em profundidade e baixa



capacidade de retenção de água. Avaliaram-se alterações em alguns atributos microbiológicos de um solo de Tabuleiros Costeiros, sob diferentes manejos de cobertura vegetal, na cultura do mamão, em diferentes épocas e profundidades objetivando-se quantificar a qualidade do solo. Amostras foram coletadas em um experimento de campo com quatro anos de cultivo, composto por nove tratamentos em delineamento de blocos casualizados com três repetições, sendo selecionados seis tratamentos para avaliação: 1- Capina em área total; 2 - Grade nas ruas da cultura; 3 - Subsolagem cruzada antes do plantio + feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) nas ruas da cultura; 4 - Subsolagem cruzada antes do plantio + Caupi (*Vigna* sp.) nas ruas da cultura; 5 - Subsolagem cruzada antes do plantio + calagem + gesso e feijão-de-porco nas ruas; 6 - Subsolagem cruzada antes do plantio + vegetação nativa, roçada quando necessária. As amostras de solo e raízes foram coletadas em maio (início das chuvas) e novembro (início do período seco) de 2002, nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 30cm, nas ruas da cultura. Procedeu-se as seguintes análises microbiológicas e bioquímicas: carbono da biomassa microbiana, respiração basal, atividade enzimática (redução do Diacetato de Fluoresceína – FDA e fosfatase ácida), população de bactérias e fungos, quantificação de microrganismos amonificadores e nitrificadores, número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares e colonização micorrízica nas raízes de mamão. Concluiu-se que: a) os manejos empregados influenciaram a respiração basal, a população de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito, a atividade de fosfatase ácida e o número de esporos de fungos micorrízicos; b) a manutenção de uma cobertura vegetal é importante para a atividade dos microrganismos do solo, entretanto, este efeito foi diferenciado com o tipo de cobertura vegetal; c) a subsolagem não causou alterações nas características microbiológicas em profundidade; d) o acúmulo de biomassa e atividade microbiana diminuiram com a profundidade do solo; e) a leguminosa feijão de porco estimula a presença de bactérias nitrificadoras, ou seja, o processo de nitrificação; f) a densidade de esporos de fungos micorrízicos foi alterada pela profundidade de amostragem; g) as avaliações microbiológicas apresentam-se sensíveis a diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal.

Palavras chave: biomassa microbiana, atividade, qualidade do solo, subsolagem, leguminosas.

**ALTERATIONS IN ATRIBUTOS MICROBIAL OF SOIL OF CULTIVATED COASTAL BOARDS WITH PAPAYA, UNDER DIFFERENT HANDLINGS OF VEGETABLE COVERING**

AUTHOR: ISABEL CRISTINA SILVA MAIA

ADVISER: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MARIA DE FÁTIMA DA SILVA PINTO PEIXOTO

ABSTRACT: The cultivation of the papaya tree in the soils of Coastal Boards needs differentiated handling, seeking to decrease limitations due to the existence of layer coesa, low text of nutrients, increase of the acidity in depth and it lowers capacity of

retention of water. Alterations were evaluated in some attributes microbial of a soil of Coastal Boards, under different handlings of vegetable covering, in the culture of the papaya, in different times and depths being objectified to quantify the quality of the soil. Samples were collected in a field experiment with four years of cultivation, composed by nine treatments in delineamento of blocks casualizados with three repetitions, being selected six treatments for evaluation: 1 - it weeds in total area; 2 - harrwing in between rows; 3 - Crossed sub soiling before planting the crop + bean-of-pig (*Canavalia ensiformis*) in between the rows; 4 - Crossed sub soiling before planting the crop + cowpea (*Vigna sp.*) in between the rows; 5 - Crossed sub soiling before planting the crop + lime + gypsum and bean-of-pig in the between the rows; 6 - Crossed sub soiling before planting the crop + nativevegetation, the area was cleared when necessary. The soil samples and rootses were collected in May (beginning of the rains) and November (beginning of the dry period) of 2002, in the depths of 0 - 10 and 10 - 30cm, in the streets of the culture. It was proceeded the following analyses microbial and biochemistries: carbon of the microbial biomassa, soil respiration, enzyme activity (reduction of Fluoresceín Diacetate - FDA and acid phosphatase), population of bacterias and fungi, population of amonifiers and nitrifiers, number of spores of fungi micorrízicos arbusculares and colonization micorrízica in the papaya rootses. It is ended that: a) the handlings employees influenced the basal breathing, the population of microrganisms nitrifiers oxidizers of the nitrito, the activity of acid phosphatase and the number of spores of mushrooms micorrízicos; b) the maintenance of a vegetable covering is important for the activity of the microrganisms of the soil, however, this effect was differentiated with the type of vegetable covering; c) the sub soiling didn't cause alterations in the characteristic microbiologys in depth; d) the biomass accumulation and microbial activity decreased with the depth of the soil; e) the legumes pig bean stimulates the presence of bacterias nitrifiers, that is to say, the nitrifiction process; f) the density of spores of mushrooms micorrízicos was altered by the sampling depth; g) the evaluations microbiologys comes sensitive to different handling systems and vegetable covering.

**Key Words:** microbial biomass, activity, soil quality, sub soiling, legumes.

## **1 - INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, aumentou a preocupação com a qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas diante da rápida degradação do solo, principalmente nos países tropicais em desenvolvimento. Os tabuleiros costeiros são uma extensa faixa da região litorânea do Brasil que sustenta o cultivo de um grande número de culturas como a cana-de-açúcar, os citros e o mamoeiro. A presença de camada coesa nos solos desta faixa, promove limitações agrícolas como: baixo teor de nutrientes, aumento da acidez em profundidade, baixa capacidade de retenção de água e baixa capacidade de troca catiônica, e sob manejos intensos, tem suas limitações acentuadas e a diminuição da sustentabilidade dos cultivos. Assim sendo, sugere a adoção de sistemas de manejo diferenciados, a fim de minimizar os efeitos negativos desta camada.

O mamoeiro necessita de solos com boa aeração para um bom desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, alto rendimento. O manejo empregado pelos produtores, contribui para o aumento da compactação do solo, refletindo negativamente na produtividade e longevidade da cultura (Falaguasta, 1980).

O uso do solo na agricultura, após retirada da vegetação natural, tem freqüentemente mostrado alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, que são afetados pelo clima, tipo de cultura e práticas culturais adotadas. A interação destas estabelece uma nova condição de equilíbrio no sistema solo. A utilização de plantas na cobertura do solo, destaca-se como uma das formas mais eficientes para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, possibilitando a maximização das colheitas, redução dos custos e assegurando a viabilidade da manutenção do processo produtivo.

A inclusão de leguminosas como cobertura do solo é uma estratégia que resulta em diversos benefícios tais como aumento dos estoques de matéria orgânica e húmus, melhora da ciclagem de nutrientes, proteção contra erosão, além de moderar as temperaturas do solo, evitando as variações amplas e desfavoráveis.

De maneira geral, é possível obter informações bastante detalhadas sobre os atributos químicos e físicos do solo, enquanto o biológico é pouco conhecido. As populações de organismos do solo revelam natureza dinâmica e são facilmente

afetadas por distúrbios físicos, causados pelo cultivo, ou químicos, resultantes da aplicação de fertilizantes e pesticidas. Desta forma, são várias as justificativas para o uso de microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos, pois estes respondem rapidamente às mudanças no ambiente do solo em função do manejo empregado. A atividade microbiana por exemplo, reflete a influência conjunta de todos os fatores que regulam a degradação da matéria orgânica e a transformação dos nutrientes (Kennedy & Papendick, 1995; Stenberg, 1999).

A biomassa microbiana do solo constitui um indicador de transformação para todos os materiais orgânicos do solo, e atua como reservatório de nutrientes disponíveis às plantas.

Objetivando contribuir para a aferição da qualidade do solo, a avaliação e o conhecimento dos processos microbiológicos tornam-se de importância para a definição de um manejo adequado do solo, visando a sua conservação e produtividade. Neste contexto, propôs-se avaliar as alterações em alguns atributos microbiológicos de um solo de tabuleiro costeiro, (Latosolo amarelo álico coeso) sob diferentes manejos de cobertura vegetal, em diferentes profundidades.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

## **2.1. A cultura do mamão**

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) originário da América Central é uma planta tropical cultivada comercialmente, podendo ser plantada em praticamente todo território nacional; merecendo destaque os estados da Bahia, Espírito Santo e Pará (IBGE, 2000). O Brasil ocupa o 1º lugar na produção de mamão (FAO, 2000). É uma planta de crescimento rápido e frutificação constante, sendo exigente em água, preferindo solos de boa estrutura, profundos, ricos em matéria orgânica e baixa acidez. Deve-se evitar solos muito argilosos ou localizados em baixadas, pelo fato de encharcarem com facilidade na época de chuvas intensas, sendo desfavoráveis ao mamoeiro. Em todas as fases de sua vida, o mamoeiro é uma planta muito sensível tanto à concorrência com plantas daninhas que compete por água, luz e nutrientes, prejudicando de forma significativa sua produtividade e qualidade dos frutos produzidos, quanto a problemas fitossanitários (Mendes et al., 1996).

No Brasil a cultura do mamoeiro retomou sua importância econômica, principalmente devido à introdução de cultivares havaianos do grupo Solo (Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo 72/12) e de híbridos chineses do grupo Formosa (Tainung nº1), ressaltando que a simples introdução das cultivares do grupo Solo provocou uma significativa expansão da comercialização do fruto, devido a sua grande aceitação tanto no mercado interno quanto para exportação (Marin et al., 1995).

A produtividade média nacional é da ordem de 40 t ha<sup>-1</sup> para as variedades do grupo Solo e de 60 t ha<sup>-1</sup> para as variedades do grupo Formosa (IBGE, 2000). 'Tainung N.º 1' é um híbrido altamente produtivo resultante do cruzamento do 'Sunrise Solo' com um mamão de polpa vermelha da Costa Rica e foi obtido pela Estação Experimental de Fengshan, em Formosa. Os frutos têm polpa vermelho-alaranjada, de ótimo sabor, cheiro forte, boa durabilidade de transporte e pouca resistência ao frio (Dantas, 1999).

## **2.2. Solos de Tabuleiros Costeiros**

Os solos dos tabuleiros costeiros estão distribuídos por quase toda a faixa costeira do Brasil, desde o Estado do Amapá até o Rio de Janeiro, estendendo-se até o vale do rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo. Ocupa ainda, grande extensão de terras no médio e baixo vale do rio Amazonas e afluentes, nos estados do Maranhão, Piauí, zonas semi-áridas de Pernambuco e Bahia, e a região do médio Jequitinhonha, em Minas Gerais. No Brasil estima-se que as áreas de Latossolos e Podzólicos e outros solos de tabuleiros, provenientes de sedimentos do tipo Barreiras ou similares, abrangem extensão de 200.000 Km<sup>2</sup>. 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 infraestrutura 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).

Para Ribeiro (1996), os solos de tabuleiros costeiros apresentam problemas de uso e manejo como baixos teores de matéria orgânica; geralmente são álicos, com horizontes superficiais arenosos dificultando a retenção de água e nutrientes, e sujeitos à erosão natural e/ou diferencial que geralmente são aceleradas quando se retira a cobertura vegetal nativa.

Interferências de uso e manejo nos solos coesos dos tabuleiros costeiros, no sentido de aumentar a produtividade das culturas, necessariamente passa por melhoria do crescimento radicular em profundidade, buscando aumentar a superfície de absorção de nutrientes e, principalmente de água pelas plantas; pela melhoria da dinâmica e do armazenamento da água no perfil, minimizando as deficiências hídricas a que estão sujeitas as culturas exploradas nesses solos; e pela melhoria dos atributos químicos do solo, por meio da calagem, gessagem e adubação, visando diminuir a saturação por alumínio e aumentar o suprimento de nutrientes (Rezende, 1997).



### **2.3. Cobertura Vegetal**

A adubação verde é uma das práticas mais eficientes e das mais viáveis do ponto de vista prático, na tentativa de manter ou até mesmo aumentar os teores de matéria orgânica dos solos. Na atualidade, pode-se conceituar a adubação verde como utilização de planta em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando-se a proteção superficial, bem como a manutenção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, inclusive a profundidades em torno de 1,0 m. Eventualmente, partes das plantas utilizadas como adubos verdes podem ter outras destinações como, por exemplo, produção de sementes, fibras, alimentação animal, etc (Calegari et al., 1993).

A recuperação dos solos com estrutura comprometida pelo adensamento pode ser feita a partir de práticas culturais ou biológicas, que se baseiam na utilização de plantas que possuam um sistema radicular profundo, abundante e agressivo, capaz de romper a camada coesa (Camargo & Alleoni, 1997), proporcionando, assim, benefícios em seus atributos físicos e conseqüentemente utilização deste solo mediante um manejo agroecológico sustentável (Carvalho et al., 2001).

Cintra (1988) ressalta a importância da utilização das leguminosas como plantas de coberturas, 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.

Com objetivo de avaliar a disponibilidade de nitrogênio em sistemas de preparo e cultura, adotadas por longo prazo, Amado et al. (2000) concluíram que a associação do sistema plantio direto com o uso de leguminosas como cultura de cobertura promoveu aumento das reservas de N total do solo.

As leguminosas apresentam características diversas quanto ao ciclo vegetativo, produção de fitomassa, porte e ainda uma ampla diversidade de exigências em relação a clima e solo. Por esta razão, na escolha de espécies a serem recomendadas para determinada região, deve-se procurar locais, dando-se

preferência às que produzam mais volume de matéria seca, às menos sujeitas a pragas e doenças e às que possuam sementes relativamente uniformes e fáceis de semear, tanto manualmente como por meio de máquinas (Barreto e Fernandes, 2001). O uso de leguminosas para cobertura do solo, além do seu efeito na produtividade das culturas comerciais, pode, potencialmente, resultar na melhoria da qualidade ambiental, em comparação a sistemas tradicionais (Amado et al., 2001).

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 reduzem 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, coberturas vegetais implantadas (leguminosas, gramíneas e crucíferas) ou pela própria vegetação espontânea dessecada por herbicida para a formação de cobertura morta, em área total.

A competição entre as plantas consideradas daninhas e a cultura eleita não ocorre simultaneamente em todos os fatores de produção durante todo o ano, mas em um determinado momento ou período em que um desses fatores seja escasso e no momento crítico para a cultura. É perfeitamente viável a adoção de um manejo mais racional dessa vegetação espontânea, dentre outras, pela contribuição para melhoria da estrutura dos solos, prevenção da compactação, redução dos custos, no manejo ecológico de pragas e ciclagem de nutrientes (Carvalho et al. 1993). Em estudos realizado com citros na Bahia e Sergipe Carvalho et al. (1999), recomendam o uso de leguminosas durante a época chuvosa e controle químico de plantas daninhas em duas épocas durante o ano (março/abril e setembro/outubro), com um herbicida a base de glifosate.

De maneira geral, pouco se sabe sobre o que ocorre com os herbicidas no solo após sua aplicação, onde apenas parte da quantidade aplicada é bioativa, sendo o restante distribuído no ambiente (Lagaly, 2001). Segundo Peixoto et al. (2000), seu comportamento depende das propriedades físico-químicas da molécula e tipo de solo. Diversos trabalhos têm relatado sua degradação e persistência

(Monteiro, 1997; Vanderheyden et al., 1997; Stolp & Shea, 1995; Yassir et al., 1998); porém, outro aspecto importante é considerar sua influência na qualidade fisiológica da planta e, no caso específico de leguminosas, na nodulação.

## **2.4. Qualidade do Solo**

Sabe-se que a rápida degradação do solo sob exploração agrícola no mundo, especialmente em países tropicais em desenvolvimento, resulta quase sempre do seu manejo inadequado, o que se constitui, portanto, uma ameaça para a sustentabilidade e qualidade do meio ambiente (Lal, 1989, 1993; Reicosky et al., 1995). A qualidade do solo, conceito que atribui ao solo várias funções, dentre as quais aquelas responsáveis por manter a produção vegetal, tem sido proposta como um indicador integrado da qualidade do ambiente e da sustentabilidade da produção (Kennedy & Papendick, 1995) Os atributos considerados indicadores de mudanças na qualidade do solo devem ter a capacidade de serem sensíveis ao manejo numa escala de tempo que permita a verificação de suas alterações (Islam & Weil, 2000).

Dentre os vários indicadores de qualidade do solo os de caráter microbiológico têm sido cada vez mais avaliados como os mais sensíveis, dado o relacionamento entre atividade e diversidade microbiana, qualidade do solo e da vegetação e sustentabilidade do ecossistema (Doran et al., 1994).

Estimativas de diversidade, biomassa e atividade microbiana podem ser indicadores úteis de qualidade do solo pois, a biomassa microbiana assume função importante na decomposição da matéria orgânica do solo. Hoje não há dúvidas de que as atividades antrópicas são os grandes responsáveis pela diminuição da diversidade microbiana (Magurran, 1988) e que as alterações na biomassa e atividade microbiana são decorrentes das perdas de qualidade e ou quantidade da matéria orgânica na superfície do solo (Ndaw et al., 2002).

São várias as justificativas para o uso de microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade do solo, destacando-se a sua capacidade de responder rapidamente a mudanças no ambiente do solo derivadas de mudanças no manejo, além do fato de que a atividade microbiana reflete a

influência conjunta de todos os fatores que regulam a degradação da matéria orgânica e a transformação dos nutrientes (Kennedy & Papendick, 1995; Stenberg, 1999).

A biodiversidade do solo é o indicador biológico que apresenta o comportamento mais desconhecido no ambiente, principalmente seu componente microbiano. Onde quanto maior o impacto à diversidade microbiana, maior o potencial de alterações nas taxas dos processos ecológicos do solo. Apesar de importante para a sustentabilidade de um agroecossistema, a diversidade microbiana tem sido considerada uma “caixa preta” em estudos de qualidade do solo (Waldrop et al., 2000).

Chaer et al., (2002) objetivando quantificar a biomassa microbiana e avaliar as atividades de respiração, de enzimas ligadas à ciclagem de nutrientes, da nitrificação e da mineralização de nitrogênio em solos de uma área experimental com eucalipto, submetido a diferentes manejos, concluíram que os indicadores microbiológicos mostraram-se mais sensíveis do que os químicos ou físicos para se avaliar mudanças na qualidade do solo decorrentes do manejo.

Sistemas de manejo de solo, com diferentes métodos de preparo de solo e diferentes culturas, resultam em ambientes totalmente distintos, com reflexos na comunidade microbiana.

## **2.5. Indicadores microbiológicos da qualidade do solo**

### **2.5.1. Biomassa microbiana**

A matéria orgânica do solo consiste em uma mistura de resíduos de plantas e animais no solo, em vários estádios de decomposição, de substâncias sintetizadas por processos químicos e biológicos e de corpos de microrganismos e pequenos animais mortos. Na sua formação, ocorrem processos simultâneos de novas adições de materiais, de decomposição e de sintetização de novos compostos, o que mostra o seu caráter transitório e dinâmico. Esses materiais estão continuamente submetidos ao ataque de microrganismos que, em busca de energia e de construção

de sua biomassa, tornam o carbono o elemento de maior destaque no estudo da matéria orgânica (Schnitzer, 1991).

A biomassa microbiana do solo (BMS) é o principal componente do subsistema de decompositores, que regula a ciclagem de nutrientes, o fluxo de energia, a produtividade das plantas e dos ecossistemas, e portanto, a medição deste compartimento e sua atividade são relevantes para a conservação dos solos (Sparling, 1992; Wardle & Ghani, 1995; Wardle, 1998; De-Polli & Guerra, 1999).

O tamanho da comunidade microbiana e sua atividade determinam a intensidade com que os processos bioquímicos acontecem, logo a atividade e a biomassa microbiana, entre outros fatores, são influenciadas pela temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de substrato no solo (Cattelan & Vidor, 1990). A fertilidade natural do solo depende significativamente da ciclagem de matéria orgânica que é mediada pela biomassa microbiana do solo. Assim, o declínio na atividade microbiana terá alto impacto na fertilidade natural do solo, com grandes efeitos nos ecossistemas naturais (Brookes, 1995).

Para Grisi (1996) a biomassa microbiana é uma característica muito dinâmica e nunca deve ser analisada isoladamente como uma única maneira de se estimar a situação das populações de microrganismos, devendo ser analisada juntamente com a atividade, face à extrema heterogeneidade do ambiente natural da microbiota e da sua biodiversidade, sendo considerada mais sensível às mudanças na qualidade do solo do que características químicas como C e/ou N total orgânico (Anderson e Domsch, 1989).

Segundo Cattelan et al. (1997) diferentes sistemas de rotações de cultura e diferentes níveis de adubação e calagem podem afetar os resultados da biomassa microbiana e dos teores de matéria orgânica do solo.

Há relatos de que, as mudanças nos atributos microbiológicos causadas pelo preparo do solo e sucessão de culturas podem ser detectadas anteriormente às mudanças nos teores de C e N total do solo (Powlson & Jenkinson, 1981; Carter, 1986; Powlson et al., 1987; Saffigna et al., 1989; Andrade et al., 1995; Balota, 1997 a,b). Deste modo, a biomassa microbiana (BM) pode ser utilizada para indicar o nível de degradação do solo (Hart et al., 1989; Smith & Paul, 1990; Doran & Parkin, 1994;

Balota et al., 1998). 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 plantio 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) objetivando quantificar 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 tanto a dinâmica de sistemas de preparo do solo, quanto a sucessão e/ou rotação de culturas, têm efeitos sobre a biomassa microbiana do solo.

D'Andrea et al. (2002) concluíram, em trabalhos avaliando alterações nos atributos biológicos em solo de cerrado nativo, que a instalação de pastagens e sistemas de manejo agrícola reduziu os teores de carbono da biomassa microbiana na camada superficial do solo. Observaram ainda, que a profundidade exerceu efeito sobre o carbono da biomassa microbiana, com maiores valores na camada superficial do solo.

Avaliando a dinâmica do carbono da biomassa microbiana em diferentes profundidades de um Latossolo no cerrado sob diferentes sistemas de manejo, Ferreira et al. (2002) observaram que, em relação ao comportamento médio no perfil o valor encontrado para o carbono da BM na área com vegetação típica de cerrado foi significativamente maior do que os demais. Os maiores valores de carbono da biomassa microbiana foram encontrados nas camadas superficiais do solo.

## **2.5.2. Atividade microbiana**

### **2.5.2.1. Respiração microbiana**

A respiração é um dos mais antigos processos utilizados para quantificar a atividade microbiana. A respiração reflete a degradação dos restos vegetais, dos exudatos das raízes, da matéria orgânica nativa, dos compostos orgânicos

adicionados ao solo (pesticidas, esterco, etc), do carbono orgânico, reciclagem de nutrientes e resposta ao manejo do solo (Parkin, Doran e Franco – Vizcaíno, 1996).

Os diferentes métodos de preparo do solo, com diferentes características, provocam modificações nos fatores como temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de substratos no solo, por meio da forma como os resíduos das culturas anteriores são depositados e do grau de revolvimento do solo, influenciando dessa forma na atividade e na biomassa microbiana (Salton & Mielniczuk, 1995).

Segundo Vargas & Scholles (2000) a atividade microbiana apresentou uma distribuição diferenciada nas camadas de 0-5 e 5-15cm, conforme os manejos avaliados, com seus maiores valores observados na camada de 0-5cm. Concluíram ainda que o plantio direto influenciou no aumento da biomassa e da atividade microbiana.

Em trabalho desenvolvido por Balota et al. (1998) avaliando as alterações na atividade microbiana em um Latossolo Roxo em Londrina (PR) sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas, concluiu-se que a atividade da biomassa microbiana mostrou-se boa indicadora das alterações microbianas ocorridas no solo, conforme o manejo.

Avaliando a influência de diferentes sistemas de manejo do solo na biomassa microbiana em Latossolo Vermelho (Dourados-MS), Mercante et al. (2002) observaram que as rotações/sucessão de culturas afetaram a biomassa microbiana do solo, quando comparado ao sistema natural (mata nativa), conforme o manejo do solo e a época de avaliação. Quanto à atividade microbiana os valores mais reduzidos foram obtidos no sistema convencional de cultivo em relação aos demais sistemas.

Avaliando os efeitos de diferentes sistemas de manejo na densidade do solo, atributos químicos e atividade microbiana, de um Latossolo Vermelho, Valpassos et al. (2001) concluíram que o uso contínuo de plantio direto resultou na mais alta taxa de C-biomassa microbiana e menor perda relativa de carbono pela respiração basal, podendo determinar, desta forma, maior acúmulo de C no solo a longo prazo, proporcionando melhoria na densidade aparente e nos atributos químicos do solo. Assim, o sistema de plantio direto com manejo de culturas, mostrou-se uma

alternativa para a conservação e manutenção das condições físicas e do potencial produtivo de solos de cerrado.

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) é considerado muito importante na avaliação dos efeitos das condições ambientais sobre a atividade microbiana do solo, sendo referido como taxa de respiração específica da biomassa (Anderson e Domsch, 1993). Quociente este que é expresso em quantidade de  $CO_2$  por quantidade de carbono da biomassa microbiana por certo tempo. Apresenta grande potencial para a compreensão do desenvolvimento microbiano no ecossistema em estudo, e seu uso pode ajudar a resolver as questões sobre a estrutura da comunidade, como esta se relaciona com sua função, e decidir se o surgimento ou desaparecimento de populações na comunidade microbiana, em termos de energia, é vantajoso ou não. Portanto, é também um bom indicador do grau de desenvolvimento de um ecossistema, podendo ser indicador do grau de reabilitação (Carneiro, 2000).

Segundo Wardle e Ghani (1995) distúrbios no solo causam uma elevação do  $qCO_2$ , enquanto o período de sucessão primária, desenvolvimento do ecossistema durante a sucessão secundária, adaptação ao sistema de cultivo e diminuição da poluição promovem uma diminuição desta relação. Entretanto, há várias limitações quanto ao uso deste quociente, porque se confundem efeitos de distúrbios (por exemplo, alteração rápida das condições ambientais) com aqueles de estresses (por exemplo, alterações não tão severas).

Avaliando as alterações nos aspectos microbiológicos do solo em função da adoção de diferentes sistemas de cultivo, Marques et al. (2002) observaram para a respiração do solo interação entre os efeitos dos diferentes manejos de solo e a posição de coleta das amostras, se na linha ou na entrelinha, observando maior taxa de respiração na área sob manejo com glifosate nas entrelinhas, provavelmente em razão do mato presente na área na época da coleta das amostras. A menor taxa de respiração foi observada sob manejo de grade, não diferindo da grade/roçadeira e leguminosas.

#### **2.5.2.2. Atividade enzimática**



Os processos biológicos e bioquímicos são considerados fundamentais para o funcionamento do ecossistema e as enzimas extracelulares têm papel chave neste contexto, pois são catalisadoras de inúmeras reações que ocorrem no solo relacionadas ao ciclo bioquímico dos nutrientes (Dick, 1984; Dick, Breakwell e Turco, 1996).

A atividade enzimática pode ser uma ferramenta no monitoramento das alterações que ocorrem no solo devido a fatores antropogênicos como o tipo de solo e poluição do solo com excesso de fertilizantes, pesticidas, sais e metais pesados, fatores que podem influenciar na produção, atividade, comportamento catalítico e persistência no solo (Gianfreda e Bollag, 1996).

As alterações provocadas pelo homem no solo podem causar uma diminuição na atividade e, conseqüentemente, um prejuízo na sustentabilidade do ecossistema devido à redução da decomposição da matéria orgânica e diminuição da ciclagem de nutrientes (Carneiro, 2000).

Os sistemas naturais como florestas e campos nativos, conseguem se auto-sustentar sem adição de fertilizantes fosfatados, mesmo em solos com baixa disponibilidade de fósforo (P). Nesses sistemas, o P disponível é controlado pela ciclagem de P orgânico (Po), tendo como componente essencial a biomassa microbiana (Guggenberger et al., 1996). Os microrganismos e as raízes das plantas transformam Po em fósforo inorgânico (Pi) disponível no solo através da exclusão de enzimas, globalmente denominadas fosfatases.

Royo et al. (1990), constatou a predominância da atividade da fosfatase ácida sobre a alcalina, indicando que a enzima ácida predomina em solo ácido e a alcalina, em solo alcalino.

Fernandes et al. (1998) concluíram em estudos avaliando a atividade de fosfatases ácidas e alcalinas em solo de Tabuleiro Costeiro, submetido a diferentes porcentagens de saturação por bases, que a atividade da fosfatase ácida apresentou correlação significativa e positiva com a matéria orgânica, teores de cálcio e de magnésio trocáveis.

Nahas et al. (1994) avaliaram a influência das características químicas de treze solos que se diferenciaram quanto à classe textural ou vegetação, sobre o

número de microrganismos solubilizadores de fosfato e produtores das fosfatases ácida e alcalina. Observaram que a atividade das fosfatases ácida e alcalina correlacionou-se com o teor de matéria orgânica e de P total, porém não com o P disponível e P orgânico. Concluíram ainda, que o pH ácido dos solos analisados pode ter influenciado a maior atividade da fosfatase ácida que a da alcalina.

Conte et al. (2002) analisando os reflexos da aplicação de fósforo na atividade da fosfatase ácida e no acúmulo de fósforo na biomassa microbiana em solo sob sistema de plantio direto, concluíram que a atividade da fosfatase ácida não foi influenciada pela adição de fósforo ao solo no sistema plantio direto e que o solo sob mata nativa apresentou maior atividade de fosfatase ácida, fósforo contido na biomassa microbiana e fósforo orgânico em relação ao solo cultivado.

Uma outra determinação que pode indicar o potencial enzimático do solo é a hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) devido ao grande número de enzimas que é capaz de hidrolisar como proteases, lipases e esterases (Schnurer e Roswall, 1982). Estas enzimas são encontradas em grandes quantidades nos decompositores primários, como as bactérias e fungos (Soderstrom, 1977; Lundgren, 1981), e podem indicar o tamanho da biomassa microbiana ativa do solo.

Marques et al. (2002) concluíram em estudos que avaliaram as alterações nos aspectos microbiológicos do solo em função da adição de diferentes sistemas de cultivo, que a atividade enzimática do solo, estimada pela redução do diacetato de fluoresceína foi influenciada pelo manejo do solo e local de amostragem, sendo esta atividade maior nas linhas do que nas entrelinhas, e os maiores valores foram observados nas áreas manejadas com leguminosa, nabo/milheto ou grade roçadeira e os menores na área manejada com grade.

### **2.5.3. População microbiana (Grandes grupos)**

As modificações no equilíbrio estabelecido entre as populações microbianas ocorrem principalmente em decorrência de alterações do pH, da umidade, aeração, temperatura, disponibilidade de nutrientes orgânicos e inorgânicos, e pelo efeito isolado do somatório de dois ou mais fatores (Madsen, 1995).

As práticas agrícolas alteram os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, influenciando as diversas populações da comunidade microbiana. Essas modificações refletem-se na composição, atividade e biomassa da comunidade microbiana, uma vez que a permanência de uma população no ecossistema fica condicionada à sua habilidade de adaptação e de resposta a essas mudanças ambientais (Kirchner et al., 1993; Pereira et al., 1996).

As bactérias constituem o grupo mais abundante no solo, no qual, em condições favoráveis, atingem números extraordinariamente elevados. Estas estão envolvidas em vários processos importantes no solo como a decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, transformações bioquímicas específicas (nitrificação, oxidação e redução do enxofre e elementos metálicos), fixação biológica de nitrogênio, ação antagônica aos patógenos e produção de substâncias de crescimento (Melo & Azevedo, 1997). A densidade máxima desses microrganismos é encontrada em solos úmidos, neutros e alcalinos e com elevado teor de matéria orgânica. Os fungos embora não sejam predominantes em número, representam 70 a 80% da biomassa microbiana dos solos, principalmente aqueles que apresentam pH ácido e elevado teor de matéria orgânica. Daí sua importância na atividade heterotrófica, além da formação de simbioses mutualísticas e parasíticas com as raízes da maioria das plantas (Siqueira e Franco, 1988).

Estudos avaliando a influência de diferentes parâmetros químicos do solo como pH, fósforo disponível e matéria orgânica sobre a população microbiana envolvida nas transformações dos compostos do fósforo, Nahas et al. (1994), observaram que os teores de fósforo disponível, P total e matéria orgânica e aumento do pH, estimularam a população de bactérias. Os fungos aparentemente não foram influenciados pelos parâmetros químicos analisados, exceto pelo P disponível.

Barroti e Nahas (2000) avaliando o efeito de diferentes espécies de plantas e diferentes sistemas de cultivo, observaram um aumento na população bacteriana pelo efeito da calagem, e um aumento na de fungos independentemente da calagem, nas parcelas cultivadas com braquiária e fertilizadas com superfosfato.

#### **2.5.4. Amonificação e nitrificação**

A mineralização do nitrogênio do solo (amonificação e nitrificação) é um processo essencialmente microbiológico. As duas fases apresentam a mesma importância, porque as plantas são capazes de absorver o nitrogênio nas duas formas ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) e, quando não existe adição de adubos nitrogenados, a nitrificação depende da taxa de amonificação para o fornecimento do substrato ( $\text{NH}_4^+$ ) (Hungria et al., 1994). Para Bock et al. (1989) os microrganismos amonificadores e nitrificadores são importantes no estudo do ciclo do nitrogênio e muito sensíveis ao estresse ambiental.

Em estudos de fertilidade e ecologia do solo, as avaliações das populações de microrganismos amonificadores e nitrificadores contribuem para a interpretação dos efeitos de práticas como adubação e uso de pesticidas. A atividade dos amonificadores apresenta boa relação com a biomassa microbiana do solo, possivelmente por ser um grupo bastante diversificado. Por outro lado, as bactérias nitrificadoras representam um grupo muito sensível ao manejo agrícola, sendo de interesse nos estudos ecológicos a quantificação de suas populações e atividades (Andrade et al., 1994).

Em trabalhos realizados em áreas degradadas, Dias et al. (1998) observaram a presença de oxidantes de amônio apenas nas áreas com cobertura vegetal, enquanto os oxidantes do nitrito ocorreram em todos os locais, com exceção do local sem vegetação, correspondendo a área mais impactada.

A presença de leguminosas está ligada à melhoria da qualidade do solo, com aumento na sua fertilidade, via fixação simbiótica de  $\text{N}_2$ , e no seu potencial de mineralização de nitrogênio (Guggenberger et al., 1995).

Dentre as variáveis estudadas por Vargas & Scholles (2000) a mineralização de N mostrou-se a mais sensível aos sistemas de manejo do solo, à profundidade de amostragem e à época de amostragem. A mineralização de N foi favorecida pela presença de leguminosas e pelo menor revolvimento do solo.

#### **2.5.5. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)**

De ocorrência generalizada, é relevante o papel desempenhado pelos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no desenvolvimento e manutenção das comunidades vegetais, provocando uma melhoria significativa na nutrição e no crescimento da planta hospedeira (Rhodes, 1980), agindo também no balanço hídrico, agregação do solo, controle de patógenos de raiz, manutenção da fertilidade do solo, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Bagyaraj & Varma, 1995).

Muitos estudos são dirigidos para a determinação da ocorrência natural de espécies de FMAs em ambientes distintos. Entretanto, estudos que exploram as relações ecológicas desses fungos, indicam que existem relações entre atributos do solo e a ocorrência de certas espécies. Sua ocorrência está em função das características edafoclimáticas e do tipo de vegetação presente na região. Neste contexto, vale ressaltar a disponibilidade de P no solo (Abbott & Robson, 1982; Weber & Oliveira, 1994). O teor desse nutriente na planta pode não só reduzir a colonização micorrízica, como também influenciar negativamente na riqueza de espécies e diversidade (Cuenca & Meneses, 1996).

Por meio do manejo das culturas é possível aumentar o potencial de inóculo natural do solo (Baltruschat & Dehne, 1988) e a diversidade de espécies de FMAs, promovendo a sustentabilidade do agrossistema (Bethlenfalvay & Linderman, 1992).

Weber e Oliveira (1994) concluíram que as variações de fertilidade e granulometria do solo afetaram a presença de fungos MA nos pomares e viveiros de citros nos estados da Bahia e Sergipe, e que, as variações no grau de colonização das raízes e na densidade de esporos em solo rizosférico de fungos MA entre os pomares e viveiros foram pequenas.

Em trabalhos realizados por Siqueira et al. (1989) avaliando a ocorrência de MA em amostras coletadas em vários ecossistemas, constataram ocorrência generalizada em todos os ecossistemas estudados. Nos ecossistemas não cultivados foram encontrados menores densidades de esporos, taxa de colonização micorrízica e maior diversidade de espécies do que nos agrossistemas.

O mamoeiro apresenta um sistema radicular com pouca ramificação de raízes e não muito profundo, o que é naturalmente um fator que pode gerar deficiências nutricionais. Como a maioria das plantas também formam associações simbióticas mutualísticas com fungos micorrízicos arbusculares do solo, resultando na estrutura denominada micorriza. Esta associação que aumenta muito a capacidade da planta em absorver nutrientes que tenham baixa mobilidade no solo (Oliveira et al., 1995). Os efeitos benéficos dessa associação têm despertado grande interesse e motivado a aplicação e/ou o manejo dos FMAs, como um fator de promoção do crescimento da planta, principalmente em condições de baixa fertilidade do solo.

O mamoeiro apresenta, em condições controladas, elevada capacidade de formar micorrizas arbusculares e de responder à presença dos FMAs (Silva & Siqueira, 1991; Mohandas, 1992; Weber & Amorim, 1994; Auler, 1995). Apesar de ser uma cultura que necessita de grandes quantidades de insumo, pode apresentar taxas elevadas de colonização micorrízica em condições de campo, mas com um grande intervalo de variação (6 – 83%), relacionando-se com os teores de fósforo, pH e textura do solo (Trindade, 1998).

Segundo Silva & Siqueira (1991) e Weber & Amorim (1994) o mamoeiro é uma planta com elevada resposta à colonização micorrízica. Trindade et al. (2001) observaram respostas de genótipos de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa à inoculação de fungo MA, observando também aumento da absorção de P, K e Cu.

### **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado em uma área experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, no município de Cruz das Almas, BA, onde avaliou-se o comportamento de duas variedades de mamoeiro Improved Sunrise Solo cv 72/12 e 'Tainung N<sup>o</sup> 1', submetidas a diferentes manejos do solo. A área localiza-se na microrregião n<sup>o</sup>151, zona do Recôncavo Baiano, distando 146 Km da capital Salvador, apresentando uma altitude de 225 metros e coordenadas geográficas de 12<sup>o</sup>48'38" de latitude Sul e 36<sup>o</sup>6'26" de longitude Oeste de Greenwich.

### 3.1 Caracterização do clima e solo

Segundo a classificação de Thornthwaite e Matter, o clima local é do tipo subúmido. A precipitação pluvial média é de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1300 mm, sendo os meses de março a agosto mais chuvosos e setembro a fevereiro mais secos. O balanço hídrico apresenta uma evapotranspiração potencial de 1.267 mm anuais, ocorrendo excedente hídrico nos meses de junho a agosto (Ribeiro, 1993; e Ribeiro et al.,1995). O solo característico dessa região é classificado como Latossolo amarelo álico coeso, a moderado, textura franco argilo arenoso, fase floresta tropical subperenifólia/subcaducifólia.

Possui relevo plano e é um solo profundo, desenvolvido sobre rochas sedimentares da Formação Capim Grosso de baixa fertilidade química e apresentando horizontes subsuperficiais coesos (Ribeiro, 1991).

A distribuição das chuvas e temperatura média mensal ocorridas em Cruz das Almas, BA no ano de 2002, ano em que foi realizada a coleta das amostras para análise (informações obtidas na Estação Meteorológica da Embrapa Mandioca e Fruticultura – Cruz das Almas, BA), podem ser observadas na Figura 1.

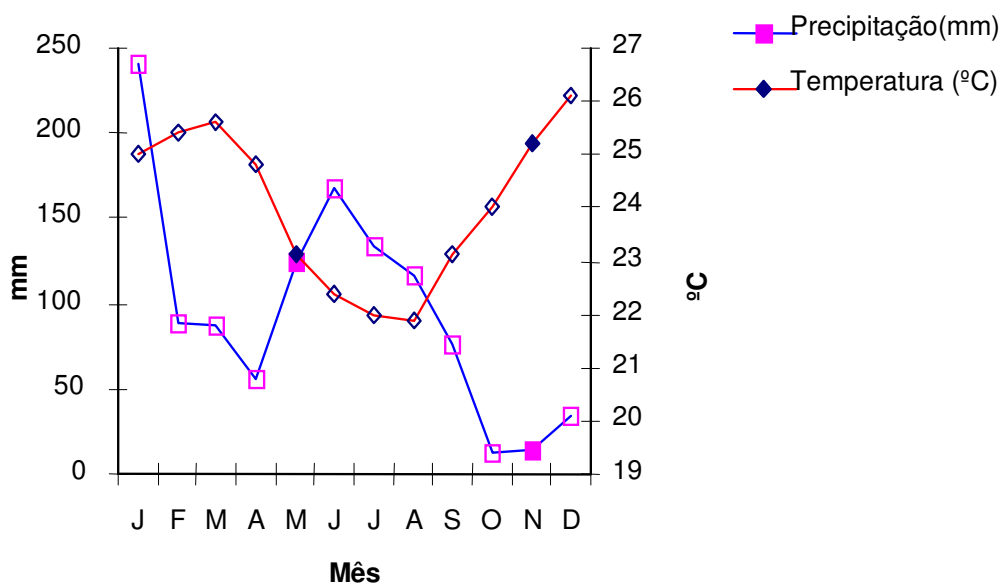


Figura 1-Precipitação total (mm) e temperatura média (°C) mensais ocorridas em Cruz das Almas, BA, no ano de 2002.



## **3.2 Delineamento experimental**

O referido experimento possui originalmente 9 tratamentos com diferentes sistemas de manejo, num delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas ("Split Plot"), e três repetições. Cada parcela experimental apresenta 432 m<sup>2</sup> com subparcelas de 216 m<sup>2</sup>, e área total de 11.664 m<sup>2</sup>. Cada parcela contém 72 plantas, sendo 36 correspondente à cada subparcela e 16 plantas úteis. Para cada variedade o número de plantas foi de 972, com espaçamento de 3,0 m entre fileiras e 2,0 m entre plantas nas linhas do plantio.

## **3.3 Informações importantes sobre a condução do experimento**

### **3.3.1. Preparo do solo**

A subsolagem cruzada foi realizada em área total numa profundidade média de 55 cm antes da implantação do experimento, utilizando-se um subsolador modelo DMB com duas hastes espaçadas a 1,50m, utilizando-se um trator com tração nas quatro rodas, fazendo-se o percurso de forma cruzada.

### **3.3.2. Plantio, adubação e calagem**

O plantio foi realizado em outubro de 1998, com as variedades Improved Sunrise Solo cv 72/12 e 'Tainung nº1', no espaçamento de 2,0 X 3,0m. As adubações e a calagem foram calculadas e efetuadas com base nos resultados da análise do solo e nas recomendações preconizadas pela Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (1989), para o Estado da Bahia. Para adubação comum a todas as parcelas, utilizou-se NPK tendo, uréia como fonte de nitrogênio, super fosfato simples para P e cloreto de potássio para o K. Em relação a calagem, utilizou-se calcário dolomítico e gesso agrícola apenas no tratamento subsolagem cruzada antes do plantio +

calagem + gesso agrícola e feijão de porco nas ruas da cultura, sendo 2/3 de calcário e 1/3 de gesso agrícola, conforme análise química do solo.

### **3.3.3. Controle das plantas daninhas**

As plantas daninhas nas entrelinhas da cultura foram controladas com capinas mecânicas em área total (T1 e T3), efetuadas sempre que necessárias ao longo do ano, e ocorreram em função do estágio de desenvolvimento e do grau de infestação das plantas daninhas. Nos demais tratamentos, utilizou-se controle químico com o herbicida pós emergente - Glifosate (1%). As roçadas foram realizadas próximas ao solo e as gradagens numa profundidade de 15cm.

### **3.3.4. Manejo das leguminosas**

As leguminosas feijão de porco, *Crotalaria juncea*; e feijão caupi, foram plantadas nas entrelinhas do mamoeiro em sistema de plantio direto, utilizando-se 80 - 100Kg, 20 - 30Kg e 40Kg de semente por hectare, respectivamente. O plantio foi no período de maio a junho e roçadas entre setembro e outubro de cada ano, deixando-se a massa verde na superfície do solo. A roçagem foi feita na profundidade de 20 - 25cm com roçadeira acoplada ao trator.

## **3.4 Tratamentos analisados**

O presente estudo foi desenvolvido utilizando-se seis tratamentos originais da variedade 'Tainung N° 1', sendo: 1 - Sistema do produtor (pequeno) – capina em área total; 2 - Sistema do produtor (médio) – grade nas ruas e herbicida na linha de plantio; 3 - Subsolação cruzada antes do plantio + feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) nas ruas da cultura; 4 - Subsolação cruzada antes do plantio + Caupi (*Vigna sp*) nas ruas da cultura; 5 - Subsolação cruzada antes do plantio + calagem +

gesso e feijão de porco nas ruas da cultura; 6 - Subsolagem cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária. Estes foram selecionados pelos diferenciados manejos de solo, utilizando-se leguminosas como cobertura vegetal do solo, a fim de se conhecer seus efeitos sobre a microbiologia do solo.

### **3.5 Coleta e manuseio das amostras**

Foram realizadas duas amostragens durante um ano, no final do período seco (maio de 2002) e no final do período chuvoso (novembro de 2002), sendo coletadas amostras de solo da área e de raízes do mamoeiro. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 - 10 cm e 10 - 30 cm, (estas determinadas através de testes anteriores feito nas profundidades de 0 - 10, 10 - 20 e 20 - 30cm), nas entrelinhas, sendo retiradas 9 subamostras aleatórias na parcela útil, perfazendo uma amostra composta. Assim, o estudo constou de um fatorial 6 x 2 x 3 sendo seis manejos de solo, duas profundidades de amostragem e três repetições. 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, as amostras de solo foram peneiradas em malha de 4mm para retirada de restos vegetais, como raízes, pequenos insetos ou outros organismos da fauna do solo. Após este processo foram retiradas amostras e enviadas para análise química no Laboratório de Química dos Solos da EMBRAPA-CNPMF. O restante foi mantido em sala fria (17°C). A umidade das amostras de solo foi determinada segundo metodologia descrita por Monteiro & Frighetto (2000) e ajustada todas as amostras para 50% da capacidade máxima de retenção. Para avaliação de FMAs, tomou-se uma amostra composta de raízes de mamoeiro formada por seis amostras simples, sendo cada amostra simples formada por duas subamostras coletadas em posições opostas, sob a copa de cada planta. As raízes foram lavadas e acondicionadas em frascos de vidro contendo álcool à 70%, até avaliação.

## **3.6. Análises**

### **3.6.1. Capacidade máxima de retenção de água**

As avaliações microbiológicas foram conduzidas após o ajuste do conteúdo da água a um valor constante para todos os solos. Com o objetivo de assegurar condições semelhantes aos microrganismos, quanto à disponibilidade de água, condição crucial para o seu crescimento e atividade metabólica determinou-se a capacidade máxima de retenção de água pesando-se 2 sub-amostras de 20g de cada amostra de solo, com umidade natural, colocando-se sobre papel de filtro nº42 acondicionado no funil e montado sobre o frasco coletor previamente pesado. Em pequenas porções, adicionou-se 100g de água destilada, pesada em balança analítica. Cobriu-se com filme plástico para evitar a evaporação e deixou-se por uma noite. Após esse período, deu-se uma batida na haste do funil para liberar as últimas gotas de água que ficaram presas. Pesou-se novamente o frasco coletor. Nas amostras controle, também em duplicata, procedeu-se da mesma maneira, porém sem os solos (Monteiro & Frighetto, 2000).

Para o cálculo foi usada a seguinte fórmula:

$$\% \text{ capacidade máxima de retenção} = [(100 - W_p) + W_i] / dwt \times 100$$

onde:

$W_p$  = peso da água percolada (g)

$W_i$  = conteúdo da água (g) existente inicialmente na amostra

dwt = peso seco do solo (g)

### **3.6.2. Atividade microbiana (Respiração basal)**

A atividade microbiana (respiração basal) foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono ( $CO_2$ ) liberado pelo processo de respiração microbiana durante 3 dias de incubação à 25°C, conforme metodologia descrita por Isermeyer (1952), citado por Alef e Nannipieri (1995). Para isso, pesaram-se 3 sub-amostras de 25 gramas de cada amostra de solo que foram colocadas em frascos de vidro, e estes, colocados em potes plásticos, com capacidade de 1L contendo 25mL de

NaOH (0,05M), bem vedados para capturar o CO<sub>2</sub> liberado. Quatro potes controles (branco), com o NaOH (0,05M) e sem solo foram preparados. Após o período de incubação adicionou-se 5mL de cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>) 0,5M à solução, para que ocorresse a precipitação do carbonato. No momento da titulação adicionou-se 3 gotas do indicador fenolftaleína (1%),. Titulou-se com HCl (0,05M) até a solução mudar da cor vermelho para branco (sob agitação, por causa do precipitado em suspensão). Para cálculo foi usado a seguinte fórmula:

$$\text{CO}_2(\text{mg})/\text{SS}/t = \frac{(V_0 - V) \times fc}{\text{GSS}}$$

Onde:

SS = quantidade de solo seco em gramas

t = tempo de incubação em horas;

V<sub>0</sub> = quantidade (mL) de HCl utilizado para titular o controle (média);

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

GSS = peso solo seco (g);

fc=1,1 (1 ml de NaOH 0,05 M equivale a 1,1 mg de CO<sub>2</sub>);

### 3.6.3. 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 1mL 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 min para a evaporação do clorofórmio. Das amostras-controle o carbono foi extraído com 50mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,5M) após agitação de 45 minutos e filtragem em papel de filtro nº42. 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 alíquota de 8mL, adicionando-se 2mL de  $K_2Cr_2O_7$  (66,7mM) e 15 ml da mistura de duas partes de ácido sulfúrico P.A. ( $H_2SO_4$ ) e uma parte ácido fosfórico P.A. ( $H_3PO_4$ ). 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-os com duas porções de 5mL de água destilada. O excesso de  $K_2Cr_2O_7$  foi determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacal (33,3mM) em  $H_2SO_4$  ( $0,4mol L^{-1}$ ) utilizando-se difenilamina como indicador até a mudança de cor azul para a cor verde garrafa. Foram feitas amostras controles onde o extrato é somente  $K_2SO_4$ , evitando assim interferência dos reagentes.

O cálculo de carbono no solo foi feito utilizando-se a seguinte fórmula:

Concentração de carbono no extrato ( $\mu g mL^{-1}$ ):

$$= ((H-S) \times (M \times D/A) \times E \times 1000)$$

Onde:

H = vol. (mL) branco

S = vol. (mL) sol. Sulfato ferroso consumido pela amostra

M = Molaridade do dicromato consumido

D = vol. (mL) do dicromato adicionado a mistura

A = vol. (mL) da alíquota do extrato

E = Conversão de  $Cr^{+6}$  para  $Cr^{+3}$

Concentração no solo ( $\mu g g^{-1}$ )

$$= C (\mu g/mL) \times (K/(DW+W))$$

Onde:

K = vol. de extração

DW = peso seco do solo

W = % de água

Biomassa de carbono no solo ( $\mu g g^{-1}$  solo)

$$= Ec (F-NF)/0,38$$

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

#### **3.6.4. Redução do diacetato de fluoresceína (FDA)**

A atividade enzimática do solo usando a hidrólise do Di-Acetato de Fluoresceína (FDA) tem como princípio a determinação colorimétrica da Fluoresceína que é o resultado da ação de uma série de enzimas hidrolíticas encontradas no solo, no substrato em questão. A determinação foi feita pesando-se 3 sub-amostras de  $1,0\text{g} \pm 0,005\text{ g}$  de cada amostra de solo (livre de resíduos orgânicos) colocadas em frascos de vidro com capacidade de 100 ml, adicionando-se 20ml da solução tampão fosfato de sódio 60 mM e posteriormente agitadas em Câmara incubadora de Saker por 15 minutos a 100rpm na temperatura de 25°C. Fez-se também 3 controles (branco), ou seja, a solução tampão sem o solo. Após esse período adicionaram-se 100 $\mu\text{L}$  da solução estoque de FDA em todos os frascos com exceção dos controles e agitou-se novamente por 1h e 45 minutos (100 rpm, 25°C). Concluído o período de incubação, imediatamente adicionou-se 20mL de acetona nas amostras com a finalidade de parar a reação enzimática. No mesmo momento, adicionou-se nos controles 100 $\mu\text{L}$  da solução estoque de FDA e em seguida 20mL de acetona (99,5% de pureza). Centrifugou-se por 5 minutos a 6.000rpm, filtrando-se após em papel de filtro N° 42, obtendo-se assim o extrato pronto para leitura em espectrofotômetro, feito a 490nm.

A curva padrão foi obtida pipetando-se alíquotas de 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,2; 2,0 e 3,0mL da solução de trabalho de Fluoresceína em erlenmeyers de 50mL, adicionando-se 20mL do tampão fosfato de sódio (60mM) e completando-se o volume para 40,1mL, com acetona. Obteve-se valores correspondentes à 0, 10, 20, 40, 80, 120, 200 e 300  $\mu\text{g}$  de Fluoresceína.

#### **3.6.5. Atividade da fosfatase ácida**

De acordo com Rojo et al. (1990) há predominância da atividade da fosfatase ácida sobre a alcalina, pelo fato da enzima ácida predominar em solo ácido e a alcalina, em solo alcalino. Com base nessas informações deu-se preferência à avaliação da fosfatase ácida, já que se trata de estudo em solos ácidos. A mensuração da atividade da fosfatase é baseada na leitura em espectrofotômetro, do *p*-nitrofenol, que resulta da atividade enzimática da fosfatase ácida, conforme descrito em Dick, Breakwell e Turco (1996). Pesou-se quatro subamostras de 1g de solo de cada amostra em tubos de ensaio (onde dois foram brancos e dois foram amostras). Adicionou-se 4mL de tampão acetato pH 5,4 e 1mL de *p*-nitrofenil fosfato 0,025M. Incubou-se em banho-maria a 37°C, durante uma hora. Em seguida, adicionou-se 1mL de CaCl<sub>2</sub> . H<sub>2</sub>O 0,5M para interromper a reação e evitar a coloração marrom causada pela presença de matéria orgânica e 4mL de NaOH 0,5M para extrair o *p*-nitrofenol liberado, agitando por alguns minutos e filtrando em papel de filtro (Wahtman nº42). A leitura do extrato obtido foi feita em espectrofotômetro a 405nm. Para os brancos, a adição de 1mL *p*-nitrofenol 0,025M foi feita após a adição de 1mL de CaCl<sub>2</sub> . H<sub>2</sub>O 0,5M e 4mL de NaOH 0,5M, imediatamente antes de filtrar a suspensão de solo.

A curva padrão foi obtida pipetando-se alíquotas de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0mL da solução padrão de *p*-nitrofenol 1000 µg mL<sup>-1</sup> e de 1,0 e 2,0mL da solução padrão de *p*-nitrofenol 100 µg mL<sup>-1</sup>, acrescentando-se 5,0; 4,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,0; 4,0; e 3,0mL de água destilada respectivamente. Acrescentou-se ainda 1mL de Ca Cl<sub>2</sub> e 4mL de NaOH. Obteve-se valores correspondentes à 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10 e 20 µg mL<sup>-1</sup> de *p*-nitrofenol.

### **3.6.6. População de microrganismos**

A avaliação da população microbiana foi realizada pela técnica da contagem em placas. Para tanto, foram preparadas diluições decimais em série, colocando-se 10g de solo em frascos contendo 95mL da solução de Ringer ¼ da força (Tabela 1) esterilizada. Para cada grupo de microrganismos avaliados, foram preparadas três



placas por diluição, empregando-se o meio de cultura Ágar nutriente para bactérias e fungos (Tabelas 2 e 3).

Tabela 1. Solução de Ringer ¼ da força (Umbreit et al., 1972)

Substrato/Nutriente	Concentração final (g.L <sup>-1</sup> )
Cloreto de sódio (NaCl), PA	2,05
Cloreto de potássio (KCl), PA	1,05
Cloreto de cálcio (CaCl <sub>2</sub> ), PA	0,83
Fosfato de potássio monobásico (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ), PA	0,48
Sulfato de magnésio heptahidratado (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O), PA	0,87

Tabela 2. Meio Ágar nutriente + Cicloheximida<sup>1/</sup> (Zuberer, 1994)

Substrato/Nutriente	Concentração final(g.L <sup>-1</sup> )
Cicloheximida	100 x 10 <sup>-6</sup>
Peptona	3
Extrato de carne	3
Glucose	5
Ágar-ágar	15

1/ Corrigiu-se o pH para 7,2 com NaOH 0,1M ou HCl 0,1M

Tabela 3. Meio Ágar nutriente + Extrato de levedura + Rosa de Bengala + Estreptomina<sup>1/</sup> (Zuberer, 1994)

Substrato/Nutriente	Concentração final(g.L <sup>-1</sup> )
Rosa de bengala	70 x 10 <sup>-3</sup>
Estreptomina <sup>2/</sup>	30 x 10 <sup>-3</sup>
Extrato de levedura	0,5
Peptona	3
Extrato de carne	3
Glucose	5
Ágar-ágar	16

1/ Corrigiu-se o pH para 5,5 com HCl 0,1M ou NaOH 0,1M

2/ Adicionou-se somente no momento de verter o meio de cultura nas placas .(O meio estava a 50<sup>0</sup>C).

De cada diluição previamente determinada, para cada grupo de microrganismos em pré-testes, foi semeado 0,1mL por placa superficialmente, espalhando-se a seguir com uma alça de Drigalsky sobre o meio de cultura solidificado. A contagem das colônias de cada grupo de microrganismos foi feita em tempos diferentes, obedecendo a taxa de crescimento de cada um.

Para contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias utilizou-se as placas de Petri referentes as diluições 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup>. No caso dos

fungos utilizou-se as placas referentes às diluições  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , com o auxílio de um contador de colônias modelo CP 600 Plus. As contagens foram realizadas nas diluições que forneceram de 30 a 300 colônias, essa diluição foi a de  $10^{-3}$  para bactérias e de  $10^{-2}$  para fungos.

Cálculo:

Foi determinado a média das UFC nas 3 placas da diluição de trabalho, multiplicada pela diluição de trabalho. Este resultado foi ajustado para peso seco de solo.

A percentagem de umidade do solo (%U) foi calculada da seguinte maneira:

$$\%U = \frac{(\text{peso úmido} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}} \times 100$$

### 3.6.7. Quantificação de microrganismos amonificadores e nitrificadores

#### 3.6.7.1. Amonificadores

Para a quantificação de microrganismos amonificadores o meio de cultura consiste de sais, uma fonte de nitrogênio orgânico e corante (indicador - Fenol Vermelho) (Tabela 4). O corante é utilizado para detectar a presença de amônia, proveniente da atividade desses microrganismos (Sarathchandra, 1978).

Tabela 4 - Meio de Cultura para contagem de amonificadores (Sarathchandra, 1978)

Substrato/Nutriente	Concentração final (g.L <sup>-1</sup> )
Caseína Hidrolizada	10,0
Extrato de levedura	0,1
Fosfato de potássio monoácido	1,0
Sulfato de magnésio	0,1
Sulfato ferroso	0,01
Sulfato de manganês	0,01
Fenol vermelho	0,02

<sup>17</sup> Corrigiu-se o pH para 6,5 com KOH 0,1N ou HCl 0,1N

Pesou-se 10g de cada amostra de solo úmido, transferindo-se para erlenmeyers contendo 95mL da solução tampão de fosfato esterilizada. Agitou-se por

30 minutos. Das diluições  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$ , previamente determinadas através de pré testes, inoculou-se 1mL por tubo, contendo meio de cultura líquido, utilizando-se 3 tubos por diluição. Em seguida, incubou-se no escuro a 28°C durante cinco dias.

Nos tubos em que ocorreu a presença de amônia o meio mudou da cor laranja para rosa, devido à elevação do pH para acima de 7,0. Estes então, foram anotados como positivos, e os sem alteração na coloração como negativos, ou seja, ausência dos microrganismos amonificadores. Após o segundo dia de incubação a avaliação foi diária, anotando-se e descartando os tubos assinalados como positivos.

A partir dos resultados obtidos positivos ou negativos, em cada uma das diluições selecionadas, estimou-se, na acepção matemática, o número de células viáveis de microrganismos amonificadores na amostra. Esses foram encontrados nas tabelas de Número Mais Provável (NMP) (Koch, 1981; Alexander, 1982; Brockwell, 1982; Somasegaram e Hoben, 1985) e os resultados foram expressos com base em solo seco.

### 3.6.7.2. Nitrificadores

Para a quantificação da população de microrganismos oxidantes do amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e oxidantes do nitrito, utilizou-se meios de cultura tendo uma fonte de amônio e uma fonte de nitrito ( $\text{KNO}_2$ ) respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Meio de cultivo para quantificação dos microrganismos oxidantes do amônio e do nitrito.

Reagente	Concentração da Sol. estoque (g.100mL <sup>-1</sup> )	Meio de cultura (mL sol. estoque)	
		Oxidantes $\text{NH}_4^+$	oxidantes $\text{NO}_2^-$
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	13,2	3,8	-
$\text{KNO}_2$	0,85	-	1,0
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,34	1,0	1,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4,00	1,0	5,0
Azul de brometimol	0,04	5,0	-
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	3,48	-	4,0
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	2,72	7,5	1,0
Ferro quelato	1,00	1,0	-
Micronutrientes		1,0	1,0

<sup>1/</sup> Para o meio oxidantes do  $\text{NH}_4^+$  acrescentar 6 gotas de Fenol Vermelho e corrigir o pH para 7,8 com Carbonato de sódio 3%

<sup>2/</sup> Para o meio oxidantes do  $\text{NO}_2^-$  corrigir o pH para 7,6 com NaOH 0,1M ou HCl 0,1M

Pesou-se 10g de cada amostra de solo úmido e transferiu-se para erlenmeyers contendo 95mL da solução tampão de fosfato esterilizada. Em seguida agitou-se por 30 minutos. Das diluições  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$ , previamente determinadas através de pré testes, inoculou-se 1mL por tubo contendo meio de cultura líquido, utilizou-se 3 tubos por diluição. A incubação foi feita no escuro a 28°C, durante seis semanas. Após este período, retirou-se alíquotas de 0,1mL do meio de cultura inoculado para uma placa teste e adicionou-se uma gota do reagente Diazotizing (0,5g de Sulfanilamida dissolvido em 100mL de HCl 2,4N) e Coupling (0,3g de N-(1-naftil)-etilenodiamine hydrochloride em 100mL de HCl 0,12N). O surgimento da coloração rosa indicava que o nitrito estava presente, e então anotou-se este como positivo (presença de bactérias oxidantes do amônio). Onde o nitrito não estava presente, procedeu-se o teste do nitrato, adicionando-se uma gota de difenilamina e observou-se a mudança da coloração para marrom.

Para a quantificação dos microrganismos oxidantes do nitrito procedeu-se da mesma forma. Retirou-se 0,1mL do meio de cultura e inoculou-se em uma placa teste. Adicionando-se uma gota de difenilamina para observação da mudança de coloração. Na ausência de nitrito (incolor), o tubo era anotado como positivo (presença de bactérias oxidantes do nitrito). Na presença de coloração rosa era anotado como negativo (ausência de oxidantes do nitrito).

A partir dos resultados obtidos, positivos ou negativos, em cada uma das diluições selecionadas, estimou-se na acepção matemática, o número de células viáveis de microrganismos nitrificadores na amostra. Esses foram encontrados nas tabelas de Número Mais Provável (NMP) (Koch, 1981; Alexander, 1982; Brockwell, 1982; Somasegaram e Hoben, 1985) e os resultados foram expressos com base em solo seco.

### **3.6.8. Fungos micorrízicos:**

Para avaliação da colonização total de fungos micorrízicos arbusculares na raiz de mamoeiro, as raízes foram separadas do solo e submetidas à despigmentação em KOH (10%) e posterior coloração em azul de tripan, 0,05% (Phillips e Hayman, 1970), determinando-se o percentual de colonização radicular pelo método da contagem em placa reticulada (Ambler e Young, 1977).

O número de esporos foi determinado por meio do método da centrifugação e flutuação em sacarose (Jenkins, 1974), com complemento ao peneiramento úmido (Gedermann & Nicolson, 1963). Os resultados foram expressos em número de esporos por grama de solo seco.

### **3.7 Análises estatísticas**

Foram realizadas as análises de variância, correlações de Pearson e os testes de médias de Scott – Knott a 5% de significância para as variáveis que apresentaram efeitos de tratamento e de profundidade, significativos. Efetuaram-se correlações lineares simples entre as variáveis analisadas. Correlações com  $P < 0,01$  e  $< 0,05$  foram consideradas significativas. Utilizou-se o programa SAEG (Saeg, 1993).

Os dados obtidos foram submetidos também à análise de agrupamento ou de *Cluster* e análise de componentes principais. Como medida de dissimilaridade foi utilizada a distância euclidiana média e como método hierárquico aglomerativo, o método de Ward (1963), citado por Cruz e Regazzi (2001). Com base nos dados foi estabelecido o dendrograma, o qual permite verificar o grau de similaridade entre os manejos e grupos similares, ou entre dois grupos distintos. As análises de agrupamento e por componentes principais foram realizadas utilizando-se os programas STATISTICA (2002) e GENES (2001), respectivamente.

## **4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Caracterização química das áreas estudadas**

As análises químicas das amostras de solo coletadas nas áreas estudadas nas diferentes épocas e profundidades encontram-se nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

Tabela 6 - Médias dos atributos químicos do solo cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, coletado em maio de 2002 em duas profundidades (cm), 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 – 10cm													
1	7,07	13,33	0,14	2,13	1,13	3,27	0,00	0,08	0,55	3,50	4,05	86,63	6,67
2	7,13	5,67	0,13	1,97	1,10	3,07	0,00	0,07	0,40	3,26	3,66	89,01	8,10
3	6,40	7,33	0,13	2,03	0,93	2,97	0,00	0,06	0,73	3,16	3,89	81,62	7,38
4	6,90	5,67	0,13	1,87	1,13	3,00	0,00	0,06	0,56	3,19	3,77	84,31	6,90
5	6,88	8,00	0,18	2,13	1,07	3,20	0,00	0,05	0,55	3,37	3,92	86,05	6,80
6	6,87	4,00	0,14	1,97	0,83	2,80	0,00	0,07	0,59	3,02	3,60	83,69	6,73
10 – 30cm													
1	6,40	5,00	0,08	1,73	0,90	2,63	0,00	0,09	0,92	2,81	3,72	75,39	5,93
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
3	6,00	2,33	0,09	1,53	0,63	2,17	0,10	0,06	1,21	2,31	3,52	65,68	6,38
4	6,13	1,67	0,07	1,43	0,73	2,17	0,07	0,07	1,24	2,30	3,54	65,14	5,86
5	5,90	3,00	0,08	1,47	0,73	2,20	0,03	0,06	1,28	2,35	3,63	64,61	5,67
6	6,40	2,60	0,07	1,60	0,83	2,43	0,00	0,07	0,81	2,57	3,37	75,63	5,28

1-Capina em área total ; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada antes do plantio + feijão de porco nas ruas da cultura; 4- Subsolação cruzada antes do plantio + caupi nas ruas da cultura; 5- Subsolação cruzada antes do plantio + calagem + gesso e feijão de porco nas ruas da cultura; 6- Subsolação cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária.

Tabela 7 - Médias dos atributos químicos do solo cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, coletado em novembro de 2002 em duas profundidades (cm), Cruz das Almas, Bahia.

Manejos	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	S	CTC	V	M.O
		mgdm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	g Kg <sup>-1</sup>
0 – 10cm													
1	7,27	20,33	0,14	2,13	1,67	3,80	0,0	0,08	0,48	4,01	4,49	89,56	5,98
2	7,40	14,00	0,15	2,07	1,37	3,43	0,0	0,06	0,48	3,65	4,13	88,61	4,63
3	7,13	8,33	0,13	1,83	1,43	3,27	0,0	0,06	0,70	3,46	4,15	83,34	4,50
4	7,43	8,67	0,14	2,07	1,50	3,57	0,0	0,30	0,81	3,77	3,57	83,02	3,19
5	7,13	9,33	0,15	2,13	1,10	3,23	0,0	0,05	0,48	3,44	3,91	87,99	7,59
6	7,23	9,00	0,15	2,07	1,33	3,40	0,0	0,05	0,59	3,61	4,19	85,81	3,35
10 – 30cm													
1	6,57	7,67	0,13	2,03	1,27	3,30	0,0	0,08	1,43	3,51	4,94	71,33	5,16
2	6,93	4,00	0,07	1,73	1,50	3,23	0,0	0,05	1,06	3,36	4,42	75,79	4,47
3	6,27	3,00	0,07	1,83	1,13	2,97	0,0	0,05	1,83	3,09	4,92	62,83	3,91
4	6,57	2,33	0,07	1,77	1,40	3,17	0,0	0,04	1,58	3,29	4,87	68,40	4,40
5	6,30	3,67	0,06	1,97	1,00	2,97	0,0	0,04	1,72	3,07	4,80	63,31	3,84
6	6,90	1,33	0,07	2,03	1,37	3,40	0,0	0,04	0,99	3,51	4,50	78,04	6,04

1-Capina em área total ; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada antes do plantio + feijão de porco nas ruas da cultura; 4- Subsolação cruzada antes do plantio + caupi nas ruas da cultura; 5- Subsolação cruzada antes do plantio + calagem + gesso e feijão de porco nas ruas da cultura; 6- Subsolação cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária

Para todos os manejos nas diferentes épocas e profundidades, os valores de pH ficaram na faixa próxima a neutralidade (Tabelas 6 e 7), caracterizando uma baixa acidez. Desta forma, o pH não pode ser considerado como um fator isolado para explicar os resultados obtidos nas análises microbiológicas realizadas nas diferentes épocas e profundidades.

O teor de fósforo no manejo do pequeno produtor com capina em área total (1) na camada mais superficial do solo para as duas épocas (Tabelas 6 e 7), encontra-se na faixa mediana. O mesmo ocorreu no manejo com a utilização de grade (2) (Tabela 7). Nos demais manejos para as duas épocas e profundidades, os teores encontrados foram baixos.

Os teores médios de K, para todos os manejos, na profundidade de 0 - 10cm para as duas épocas de amostragem, apresentaram redução com a profundidade (Tabelas 6 e 7). Nos vegetais o potássio é ativador de várias enzimas e sua carência na planta afeta a respiração, a fotossíntese, o desenvolvimento da clorofila e o conteúdo de água nas folhas, com redução do crescimento do caule, do número de folhas e área foliar, podendo as flores caírem precocemente (Malavolta, 1989).

Na profundidade de 0 - 10cm, foram observados teores de Ca considerados médios para todos os manejos nas duas épocas (Tabelas 6 e 7). Na maior profundidade estes foram baixos nos manejos com grade (2) e subsolagem + caupi (4) (Tabela 6).

Os teores de Mg variaram de médio a alto na profundidade de 0 - 10cm e médios na profundidade de 10 - 30cm (Tabela 6). Os mesmos considerados altos em todos os manejos, nas duas profundidades (Tabela 7).

O valor de saturação por bases (V%) encontrado em todos os manejos nas duas profundidades e épocas situou-se acima de 50%, sendo este, um aspecto favorável à produção (Tabelas 6 e 7).

Os teores de matéria orgânica observados foram maiores nas amostras coletadas em maio/2002 à profundidade de 0 - 10cm. Sendo que à profundidade de 10 - 30cm esses teores não foram diferentes nas duas épocas (Tabelas 6 e 7).

#### **4.2 Umidade (%) e Capacidade máxima de retenção**



Observou-se um maior teor de umidade nas amostras coletadas no início das chuvas nas entrelinhas (maio), época do plantio das leguminosas, quando comparadas com as amostras coletadas no início do período seco, e na época do corte, nas entrelinhas (novembro). Este resultado reflete o regime de chuvas daquele ano (Figura 1).

Para as duas épocas, os maiores teores de umidade foram observados na maior profundidade (10 - 30cm), não ocorrendo grandes variações entre os tratamentos (Tabela 8).

Tabela 8 – Teores de umidade das amostras de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas épocas do ano, Cruz das Almas, BA.

Manejos	Umidade			
	Maio/2002		Novembro/2002	
	0 - 10cm	10 - 30cm	0 - 10cm	10 - 30cm
	----- % -----			
1	9,17	10,01	4,20	6,52
2	7,67	9,31	3,92	6,19
3	7,03	10,02	4,16	6,87
4	7,03	10,28	4,22	6,57
5	6,69	10,14	4,14	6,79
6	7,78	8,82	4,70	6,56
Média	7,56	9,76	4,22	6,58

1-Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada antes do plantio + feijão de porco nas ruas da cultura; 4- Subsolação cruzada antes do plantio + caupi nas ruas da cultura; 5- Subsolação cruzada antes do plantio + calagem + gesso e feijão de porco nas ruas da cultura; 6- Subsolação cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária.

Os valores médios observados para capacidade máxima de retenção de água variaram de 30,33 a 42,77% para maio de 2002 e 47,01 a 54,2 % para novembro do

mesmo ano (Tabela 9). Com os maiores valores observados em novembro de 2002, provavelmente em função da maior cobertura vegetal na época de amostragem, uma vez que as leguminosas estavam presentes.

Tabela 9 - Capacidade máxima de retenção de água das amostras de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas épocas do ano, Cruz das Almas, BA.

Manejos	Capacidade máxima de retenção de água (CMRA)			
	Maio/2002		Novembro/2002	
	0 - 10cm	10 - 30cm	0 - 10cm	10 - 30cm
	----- % -----			
1	32,97	30,33	52,67	53,81
2	42,30	35,87	50,96	52,86
3	40,70	41,73	49,20	51,10
4	41,63	41,20	47,43	49,75
5	43,33	42,20	47,01	54,20
6	42,77	39,30	52,82	51,95
Média	40,62	38,44	50,01	52,28
c.v.	9,58		5,89	

1-Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada antes do plantio + feijão de porco nas ruas da cultura; 4- Subsolação cruzada antes do plantio + caupi nas ruas da cultura; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco nas ruas da cultura; 6- Subsolação cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária. c.v.: coeficiente de variação.

#### 4.3 Carbono da biomassa microbiana

O carbono da biomassa microbiana (CBM), nas condições estudadas, não diferiu entre os manejos usados, entre as profundidades de amostragem e a interação entre os manejos e profundidade nas duas épocas amostradas (Tabela 10). Embora Angers et al. (1993) afirmem que a presença de leguminosas, associada à redução do revolvimento do solo, promova o aumento do C da biomassa microbiana.

Tabela 10 - Resumo das análises de variâncias nas duas épocas amostradas para os atributos microbiológicos avaliados.

Variáveis	Maio/2002			Novembro/2002		
	Manejo	Profundidade	Interação	Manejo	Profundidade	Interação
CMR	**	ns	ns	ns	*	ns
CBM	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RES	**	*	ns	*	ns	ns
FDA	ns	ns	ns	ns	**	ns
FAC	*	ns	ns	ns	ns	ns
AMO	ns	ns	ns	ns	ns	ns

NON	**	**	*	**	*	ns
BAC	*	ns	ns	ns	ns	ns
FUN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Nº ESP	*	ns	ns	ns	*	ns

CMR: capacidade máxima de retenção de água; CBM: carbono da biomassa microbiana; RES: respiração basal; FDA: hidrólise do diacetato de fluoresceína; FAC: fosfatase ácida; AMO: microrganismos amonificadores; BAC: bactérias; FUN: fungos; NON: nitrificadores oxidantes do nitrito; NºESP: número de esporos de fungos micorrízicos. \*, \*\* e ns - efeito significativo ao nível de 5, 1% e não significativo, respectivamente, de probabilidade pelo teste de F.

Os valores médios do carbono da biomassa microbiana (CBM) variaram de 385 a 777  $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco para as amostras coletadas no início das chuvas e plantio nas ruas das culturas de cobertura vegetal (maio de 2002) e de 381 a 660  $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco para as amostras coletadas no início do período seco (novembro de 2002) (Tabela 11). Os valores de CBM obtidos estão dentro da faixa daqueles observados por outros autores, sob condições edafoclimáticas diversas (Insam, 1990; Insam et al., 1991; Rodrigues et al., 1994; Alvarez et al., 1995; Andrade et al., 1995; Balota et al., 1998; Gonçalves et al., 2002; D'Andréa et al., 2002; Marques et al., 2002).

Tabela 11 - Carbono da biomassa microbiana de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas épocas do ano, Cruz das Almas, BA.

Manejos	C da biomassa microbiana			
	Maio/2002		Novembro/2002	
	0 - 10cm	10 - 30cm	0 - 10cm	10 - 30cm
	----- $\mu\text{g C g}^{-1}$ solo seco-----			
1	717,83	646,70	454,73	565,03
2	686,23	542,27	474,90	461,73
3	777,40	669,43	503,80	483,93
4	602,20	385,30	487,10	381,23
5	552,73	555,70	660,00	525,37
6	594,23	489,53	449,97	447,83
Média	655,10	548,15	505,08	477,52
c.v.(%)	29,85		38,75	

1-Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada antes do plantio + feijão de porco nas ruas da cultura; 4- Subsolação cruzada antes do plantio + caupi nas ruas da cultura; 5- Subsolação cruzada antes do plantio + calagem + gesso e feijão de porco nas ruas da cultura; 6- Subsolação cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária. c.v.- coeficiente de variação.

Vargas & Scholles (2000) avaliando as alterações nas propriedades biológicas do solo, utilizando diferentes manejos (convencional, reduzido e plantio direto), dois sistemas de sucessões de culturas, avaliadas em quatro épocas no ano e em duas profundidades (0 - 5 e 5 - 15cm), verificaram que o carbono da biomassa microbiana foi afetado pela profundidade de amostragem em todas as avaliações, com maiores valores na camada de 0 - 5cm. Nas condições estudadas, para ambas as épocas, esperava-se diferenças significativas em profundidade, o que não ocorreu. Possivelmente pelos baixos teores de matéria orgânica encontrados nas amostras (Tabelas 6 e 7).

#### **4.4 Respiração basal**

A respiração basal do solo foi influenciada pelos sistemas de manejo implantados, nas duas épocas de amostragem independente das profundidades de coleta (Figuras 2 e 3). Os valores médios variaram de 0,54 a 1,49  $\mu\text{g C-CO}_2 \cdot \text{g}^{-1}$  solo seco  $\text{h}^{-1}$  e 3,16 a 4,26  $\mu\text{g C-CO}_2 \cdot \text{g}^{-1}$  solo seco  $\text{h}^{-1}$ , em maio e novembro, respectivamente.

Para as amostras de maio de 2002 (início das chuvas) (Figura 2), os maiores valores de respiração basal foram observados no manejo com capina em área total (1), seguido do manejo com subsolagem cruzada associada à leguminosa feijão de porco (3). Para as amostras de novembro de 2002 (início do período seco) (Figura 3), assim como para maio o manejo com capina em área total (1) apresentou maior taxa de respiração basal, seguido do manejo com grade (2). Não verificou-se diferenças significativas entre os manejos com subsolagem e diferentes plantas de cobertura.

Os valores de respiração basal descritos na literatura são bastante variados. Rodrigues et al. (1994) constataram que a respiração basal, em solos coletados sob condição tropical, variou de 6,3 a 20,0  $\mu\text{g g}^{-1}$  dia de C-CO<sub>2</sub> no solo. Nos pampas argentinos, a variação foi de 3,3 a 34,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  dia de C-CO<sub>2</sub> no solo (Alvarez et al., 1995). Enquanto que em solos de Londrina (PR) utilizando-se diferentes sistemas de preparo do solo e sucessão de culturas, a respiração basal variou de 1,85 a 7,54  $\mu\text{g g}^{-1}$  dia de C-CO<sub>2</sub> no solo (Balota et al., 1998). Já em solos de tabuleiros cultivados

com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada, a respiração acumulada (evolução de CO<sub>2</sub> no período de cinco dias) variou de 15,1 a 101,0 mg Kg<sup>-1</sup> de C-CO<sub>2</sub> no solo (Mendonza et al., 2000). D'Andréa et al. (2002) estudando solos do sul do estado de Goiás submetidos a diferentes sistemas de manejo, observaram uma variação de 10,89 a 44,26 µg CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

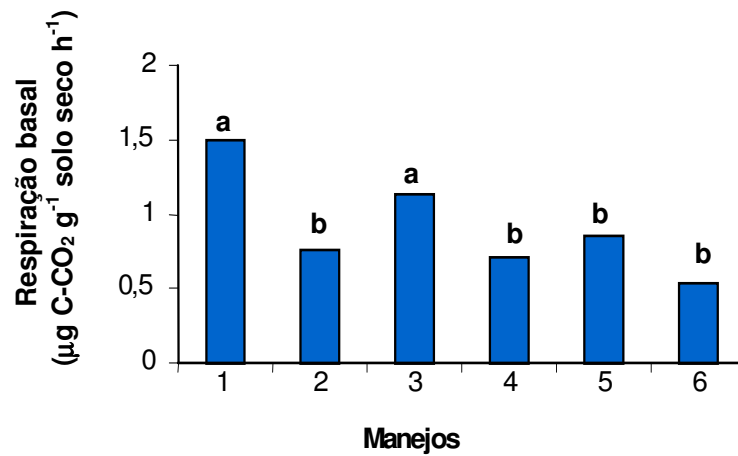


Figura 2 - Respiração basal de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal (maio de 2002). 1- Capina em área total; 2 - Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + Caupi; 5 - Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6 - Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.

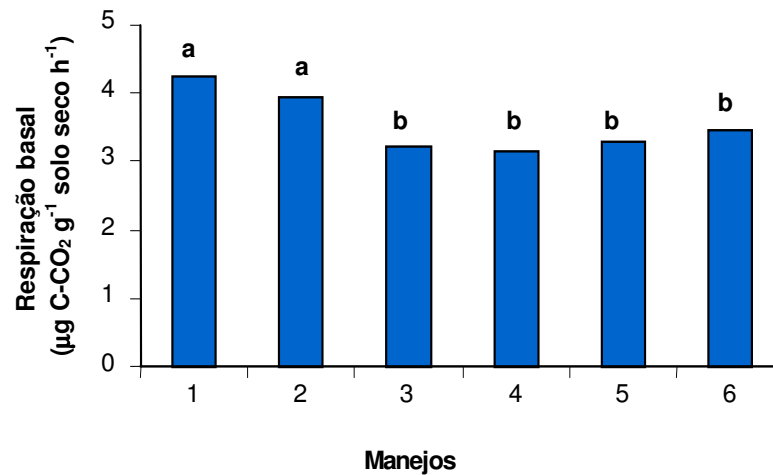


Figura 3 – Respiração basal de um solo de Tabuleiros Costeiros submetidos a diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal (novembro de 2002). 1-Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + Caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.

A influência da profundidade de amostragem nos resultados da respiração basal só foi observada no início das chuvas (maio de 2002) (Figura 4), com maiores taxas na profundidade de 0 - 10cm. A deposição de resíduos na superfície leva a uma maior concentração de substratos orgânicos nos primeiros centímetros do solo. Para Carter & Rennie (1982) as diferenças na biomassa e atividade microbiana ao longo do perfil do solo, refletem a distribuição dos resíduos vegetais e da matéria orgânica biodegradável. A atividade microbiana, provavelmente, deve ter sido estimulada pela maior disponibilidade de carbono decorrentes dos maiores teores de matéria orgânica, pelos maiores teores de P, K, Ca e Mg (Tabela 6).

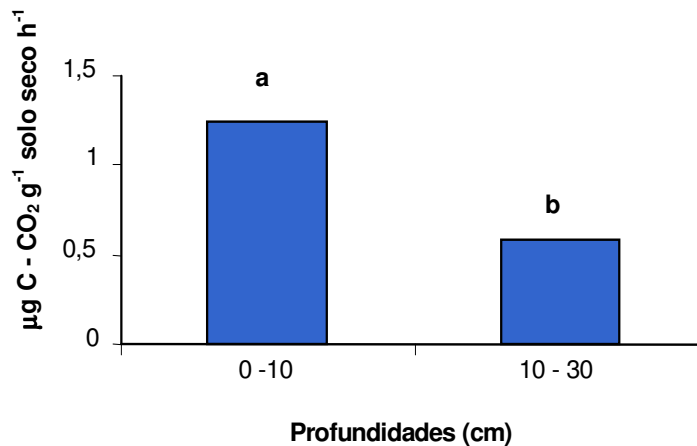


Figura 4 – Respiração basal de um solo de Tabuleiros Costeiros em duas profundidades (maio de 2002). Teste de Scott-Knott, a 5%.

#### 4.5 Quociente metabólico (respiração basal/C- biomassa microbiana) ( $qCO_2$ )

Os valores médios do quociente metabólico variaram de 0,3 a 3,0 em maio de 2002 e de 5,3 a 11,7 em novembro do mesmo ano, nas duas profundidades (Tabela 12). A análise de variância revelou efeito significativo apenas em profundidade e no período de maio de 2002. Na camada de 0 - 10cm encontraram-se maiores valores de  $qCO_2$  em relação à camada de 10 - 30cm.

Para Insam & Domsch (1988), a respiração microbiana por unidade de biomassa microbiana diminui em sistemas mais estáveis, por outro lado, a incorporação de resíduos de culturas ao solo aumenta o quociente metabólico (Ocio & Brookes, 1990). Os maiores valores de quociente metabólico observados nas amostras coletadas em novembro de 2002, pode ser explicado, provavelmente pela presença de plantas de cobertura na época da coleta e, conseqüentemente, a entrada de resíduos vegetais, influenciando no aumento da atividade biológica.

No que se refere a sistemas agrícolas, Doran (1980) relatou que em condições de pouco revolvimento do solo, como no plantio direto, existem melhores condições para o desenvolvimento das populações microbianas do que nos sistemas convencionais. No caso dos sistemas convencionais, o revolvimento sistemático do

solo contribui para provocar perturbações que promovem estresse na população microbiana. Uma vez que as adições de carbono nesses sistemas, são menores, os microrganismos terminam por consumir o carbono orgânico do solo, causando sua redução. Nesse sentido, os maiores valores de  $q\text{CO}_2$  observados, indicam que a população microbiana está consumindo mais carbono oxidável para sua manutenção.

Tabela 12 - Quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) de um solo de Tabuleiros Costeiros cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas profundidades, Cruz das Almas, BA.

Manejos	Quociente metabólico			
	Maio/2002		Novembro/2002	
	0 - 10cm	10 - 30cm	0 - 10cm	10 - 30cm
	----- $(\mu\text{g CO}_2 / \mu\text{g CBM h}^{-1}) \times 10^{-3}$ -----			
1	2,20	2,50	9,00	7,90
2	1,40	0,90	11,70	9,90
3	1,90	1,90	9,60	9,90
4	1,90	0,70	6,80	8,60
5	3,00	0,50	5,30	6,80
6	1,60	0,30	9,10	8,40
Média	2,00 a	1,13 b	8,58 ns	8,58 ns

1-Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada antes do plantio + feijão-de-porco nas ruas da cultura; 4- Subsolação cruzada antes do plantio + caupi nas ruas da cultura; 5- Subsolação cruzada antes do plantio + calagem + gesso e feijão-de-porco nas ruas da cultura; 6- Subsolação cruzada antes do plantio + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária. A análise de variância foi feita com base nos dados transformados em arcsen (raiz  $q\text{CO}_2$ ); médias seguidas das mesmas letras minúsculas (entre profundidade) não diferem estatisticamente pelo teste de Scott – Knott, a 5%.

Deve-se levar em consideração, que apenas 15 a 30% da biomassa microbiana do solo é catabolicamente ativa (Mac Donald, 1986) e que o restante dos microrganismos do solo ocorre em formas latentes ou inativas, com baixa atividade metabólica (Moreira & Siqueira, 2002). Este fato pode causar dificuldades adicionais na interpretação dos resultados do  $q\text{CO}_2$ , já que, em seu cálculo é levado em conta o teor total de carbono da biomassa microbiana do solo, sendo este, influenciado por diversos fatores, incluindo os ambientais existentes nas condições de campo, como foi o caso em estudo.

#### 4.6 Atividade enzimática estimada pela redução do diacetato de fluoresceína (FDA)



A atividade enzimática do solo, estimada pela redução do diacetato de fluoresceína (FDA), não foi influenciada pelos manejos nas duas épocas. Os valores encontrados em maio de 2002, variaram de 59,92 a 75,73 mg F h<sup>-1</sup> Kg<sup>-1</sup> solo, e os obtidos em novembro de 2002 de 25,78 a 41,12 mg F h<sup>-1</sup> Kg<sup>-1</sup> solo. A atividade enzimática foi influenciada pela profundidade, sendo encontrado os maiores valores na camada de 10 - 30cm (Figura 5).

O FDA representa a atividade enzimática do solo (sistema heterotrófico do solo), pois engloba vários grupos de enzimas que atuam na decomposição de materiais orgânicos, como as proteases, lipases e esterases, liberadas pelos decompositores primários como bactérias e fungos (Dick, Breakwel e Turco, 1996). Portanto esperava-se que na superfície do solo, onde ocorre a maioria dos processos de decomposição, houvesse uma maior atividade de hidrólise do FDA, o que não ocorreu em novembro de 2002 (Figura 5). Este resultado pode ser explicado, provavelmente, pelo maior teor de umidade na camada de 10 - 30cm.

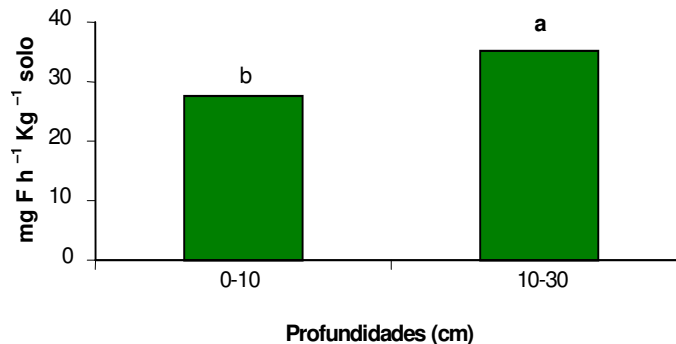


Figura 5 - Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) em um solo de Tabuleiros Costeiros em duas profundidades (novembro de 2002). Teste de Scott-Knott, a 5%.

#### 4.7 Atividade da fosfatase ácida

Os valores observados para a atividade de fosfatase ácida variaram de 3,82 a 6,88 mg P-nitrofenol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> em maio de 2002 e de 0,42 a 1,79 mg P-nitrofenol g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> em novembro de 2002, no entanto a influência do manejo na atividade de fosfatase ácida foi observada apenas em maio (Figura 6). Os menores valores foram

observados nas áreas manejadas com subsolagem + feijão de porco (3) e com a presença de vegetação nativa (6). As demais áreas não apresentaram diferenças significativas entre si.

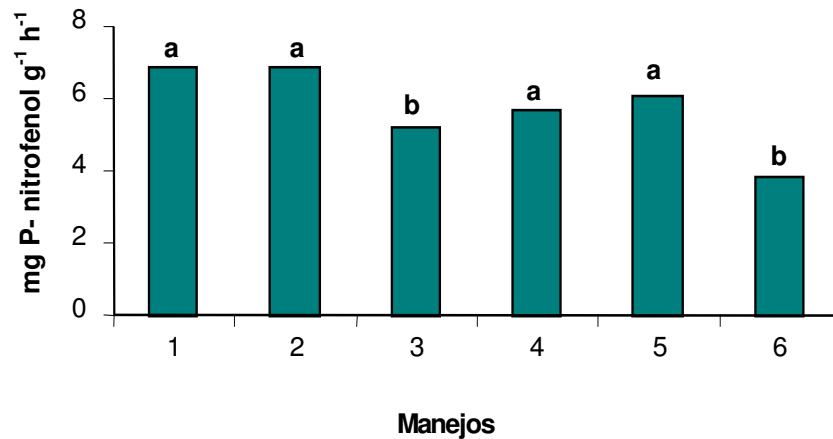


Figura 6 - Atividade da fosfatase ácida de um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (maio de 2002). 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + Caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.

Em estudos realizados por Conte et al. (2002), verificou-se que a atividade da fosfatase ácida em solo sob sistema de plantio direto e sob mata nativa, foi elevada, correspondendo a cerca de 2,5 vezes a do solo cultivado, demonstrando a sua importância no fornecimento de P às plantas em sistemas naturais. Este efeito não foi observado neste estudo, considerando que o uso de grade é o manejo mais perturbador enquanto que os manejos 3 e 6, tem a presença de coberturas vegetais.

#### 4.8 População microbiana

Na avaliação da população microbiana, o número de unidades formadoras de colônias de bactérias e fungos variou de 2,97 a 501,7 e 0,20 a 2,58 UFC x 10<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> solo seco, respectivamente (Tabela 13). Os números de microrganismos encontrados se aproximaram aos obtidos por Nahas et al. (1994) em solos de diferentes classes e tipos de vegetação da região de Jaboticabal (SP). A análise da variância revelou que apenas houve efeito dos diferentes sistemas de manejo na profundidade 0 - 10cm para população de bactérias na coleta de maio de 2002. O manejo com capina em área total (1), promoveu contagens expressivas em relação aos demais manejos.

Os resultados de contagens de bactérias e fungos evidenciaram que não houve efeito da profundidade nas duas épocas (Tabela 13). As maiores contagens de bactérias e fungos foram observados em maio de 2002 (início das chuvas), provavelmente pelas melhores condições de umidade e temperatura (Figura 1).

Cattelan et al. (1997) avaliando a população microbiana (bactérias, fungos e actinomicetos) em latossolo submetido a diferentes preparos de solo, observaram que as bactérias tiveram sua contagem diminuída pelo preparo com grade pesada, nas duas profundidades (0 - 8 e 8 - 20cm), e que os fungos não foram afetados.

Tabela 13 - Quantificação de bactérias e fungos em um solo de Tabuleiros Costeiros cultivado com mamão, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em duas profundidades, Cruz das Almas, BA.

Manejos	Bactérias				Fungos			
	Maio/2002		Novembro/2002		Maio/2002		Novembro/2002	
	0 - 10cm	10 -30cm	0 -10cm	10 - 30cm	0 - 10cm	10-30cm	0-10cm	10-30cm
	-----NºUFC x 10 <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> solo seco-----				-----NºUFC x 10 <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> solo seco-----			
1	501,78 a	92,92	18,98	7,18	2,53	2,29	1,38	0,87
2	15,66 b	32,39	7,81	11,88	0,94	0,73	0,47	0,34
3	28,92 b	29,56	6,22	2,97	2,58	1,11	0,47	0,41
4	13,57 b	62,99	38,94	3,44	1,56	1,18	0,21	0,64
5	20,57 b	81,68	5,86	4,89	1,46	1,57	0,69	0,32
6	15,17 b	54,67	4,63	27,53	1,49	1,21	0,75	0,20
Médias	99,28	59,03	13,74	9,65	1,76	1,35	0,66	0,46
c.v.%	24,63		41,98		5,48		5,76	

1-Capina em área total ; 2- Grade nas ruas da cultura e herbicida nas linhas de plantio; 3- Subsolação cruzada + feijão-de-porco nas ruas da cultura; 4-Subsolação cruzada + caupi; 5- Subsolação cruzada + calagem + gesso e feijão-de-porco; 6- Subsolação cruzada + vegetação nativa nas ruas da cultura, roçada quando necessária. A análise de variância para o número de bactérias foi feita com base nos dados transformados em log e para fungos transformados em arcsen (raizUFC).

#### **4.9 Microrganismos amonificadores e nitrificadores**

A população de microrganismos amonificadores não sofreu efeito dos diferentes sistemas de manejo e profundidades, para as duas épocas avaliadas. Seus valores variaram de 4,13 a 506,14 e 0,62 a  $3,53 \times 10^5$  NMP g<sup>-1</sup> solo para as amostras de maio e novembro de 2002, respectivamente.

A contagem dos microrganismos oxidantes do amônio não foi apresentada pois ocorreram problemas metodológicos.

Os diferentes sistemas de manejo influenciaram significativamente a população de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito, nas duas épocas estudadas (Figuras 7 e 8). Em maio de 2002 (Figura 7), o efeito de manejos apenas na profundidade de 0 - 10cm, sendo maior nas áreas manejadas com subsolagem + feijão de porco (3) e subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco (5). A maioria dos benefícios das leguminosas no aumento do rendimento das culturas econômicas tem sido atribuída ao incremento da disponibilidade de N no solo (Teixeira et al., 1994; Aita et al., 1994). Possivelmente, o aporte de N oriundo da fixação simbiótica do N<sub>2</sub> atmosférico pela leguminosa feijão de porco, associado às condições favoráveis de baixa acidez, favoreceu o processo de nitrificação, onde os oxidantes do nitrito são partes do processo. De acordo com Kreutzer (1995), as maiores populações de oxidantes do amônio e do nitrito têm sido obtidas nos solos onde se procede a correção da acidez do solo. Em Latossolos do Sul de Minas Gerais, Silva et al. (1994) verificaram que a calagem promoveu aumento na disponibilidade de nitrato, sendo os maiores teores de N-nítrico observados em condições de pH próximo a neutralidade ou nos tratamentos onde se procedeu a eliminação do Al tóxico e o aumento nos teores de Ca no solo. Logo a calagem realizada no manejo 5 também contribuiu para estes resultados.

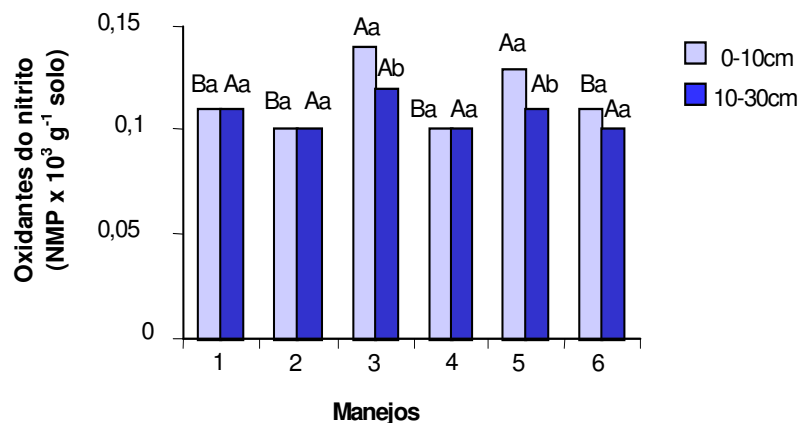


Figura 7 - Número mais provável (NMP) de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito em um solo de Tabuleiros Costeiros, submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal, em diferentes profundidades (maio de 2002). Análise de variância foi feita com base nos dados transformados em arcsen (raiz NMP); médias em cada profundidade seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (entre manejos) e minúsculas (entre profundidades dentro dos manejos) não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott, a 5%. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + Caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.

Na Figura 8 encontram-se os resultados do número mais provável de microrganismos oxidantes do nitrito em novembro de 2002. Observa-se o efeito dos manejos, coincidindo com os resultados de maio de 2002 com os maiores resultados nos manejos com a presença da leguminosa feijão de porco (3 e 5), evidenciando, possivelmente o efeito da leguminosa feijão de porco na incorporação de matéria orgânica favorecendo os processos microbianos. Seguido do manejo com capina em área total (1).

Foi observado efeito de profundidade, com os maiores números de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito encontrados na camada de 0 - 10cm (Figura 9), onde a respiração basal foi mais intensa (Figura 4), demonstrando o efeito do processo de nitrificação na atividade biológica.

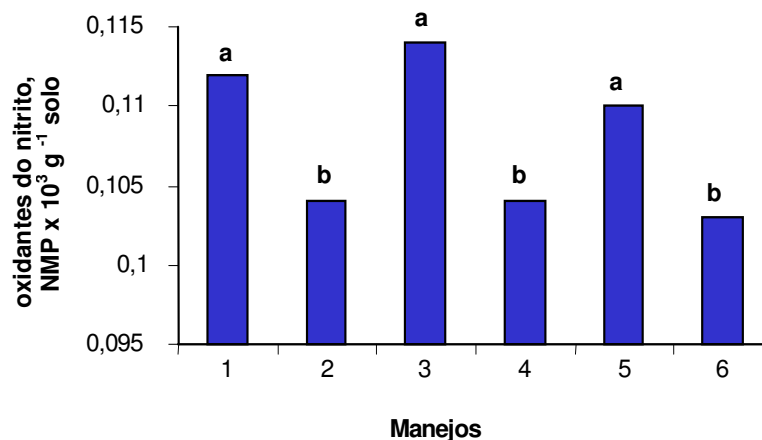


Figura 8 - Número mais provável (NMP) de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito em um solo de Tabuleiros Costeiros sob diferentes sistemas de manejo (novembro de 2002). Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + Caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.

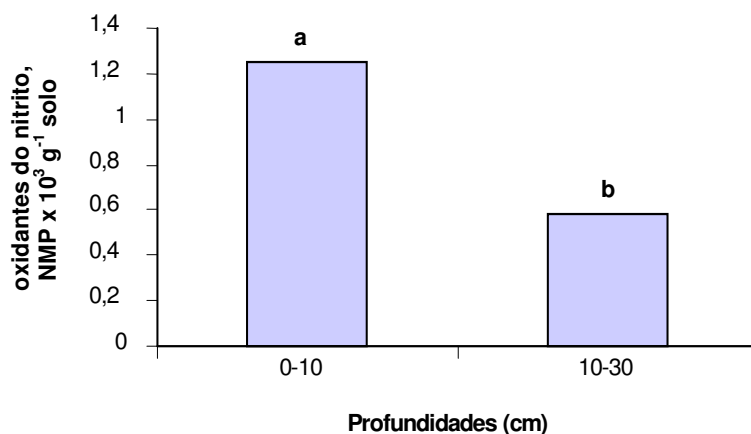


Figura 9 - Número mais provável (NMP) de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito em um solo de Tabuleiros Costeiros coletadas em duas profundidades (novembro de 2002). Teste de Scott-Knott, a 5%.

#### 4.10 Correlações de Pearson

As correlações entre os atributos microbiológicos e os resultados das análises químicas do solo, nas diferentes épocas e profundidades encontram-se nas Tabelas 14 e 15. A capacidade máxima de retenção de água apresentou uma correlação negativa com a população de fungos na profundidade de 0 - 10cm e com a de bactérias nas duas profundidades em maio de 2002, indicando que, a maior retenção de água pelo solo favoreceria a redução da população dos microrganismos (Tabela 14). Entre os elementos essenciais, o fósforo (P) ocupa posição de destaque em relação aos seres vivos, tendo em vista sua atuação estrutural, funcional, e na transferência de energia (Nahas, 1991). Deste modo, nos dados analisados se observou correlação positiva e significativa entre a população de bactérias e de fungos com os teores de P nas duas profundidades amostradas em maio de 2002. Indicando que o aumento das populações de bactérias e de fungos favorecem o aumento nos teores de P (Tabela 14). Na profundidade de 10 - 30cm em maio de 2002 verificou-se correlação negativa da atividade enzimática estimada pelo FDA com a população de bactérias.

Diferentemente dos fungos, as populações de bactérias verificadas no estudo foram maiores em decorrência do pH próximo à neutralidade, inclusive confirmado pela significativa correlação observada na profundidade de 10 - 30 nas duas épocas estudadas (Tabela 14 e 15). Respostas obtidas na literatura mostraram uma relação linear entre as contagens de bactérias com os valores de pH (Sagardoy & Salerno, 1983) porém não com as de fungos (Cattelan & Vidor, 1990). Enquanto as bactérias se desenvolvem em uma estrita faixa de pH mais próxima à neutralidade, os fungos desenvolvem-se bem em ambiente ácido em uma faixa mais ampla de pH (Alexander, 1977). Essas características explicam a correlação positiva e significativa da população de bactérias com o pH do solo.

Tabela 14 - Correlações entre as variáveis estudadas e o resultado das análises químicas do solo, nas diferentes profundidades - maio de 2002.

Variável	CMR	pH	P	K	Ca	Mg	M.O	AMO	FUN	BAC	NON
0 – 10cm											
CBM	-0,53ns	-0,34ns	0,39ns	0,40ns	0,15ns	-0,01ns	0,43ns	0,82*	0,67ns	0,40ns	0,32ns
RES	-0,59ns	-0,31ns	0,83*	-0,05ns	0,74*	0,34ns	-0,35ns	0,25ns	0,77*	0,52ns	0,66ns
FDA	0,05ns	-0,80*	0,09ns	0,51ns	0,51ns	-0,68ns	-0,22ns	0,68ns	0,50ns	-0,04ns	0,83*
FAC	-0,43ns	0,68ns	0,42ns	0,78ns	0,15ns	0,67ns	0,55ns	0,02ns	-0,02ns	0,49ns	-0,38ns
AMO	-0,32ns	-0,52ns	0,22ns	0,45ns	0,34ns	-0,50ns	0,25ns	-	-	-	-
BAC	-0,95**	0,37ns	0,88**	0,66ns	0,58ns	0,33ns	-0,30ns	-	-	-	-
FUN	-0,80*	-0,39ns	0,76*	0,53ns	0,54ns	-0,01ns	-0,35ns	-	-	-	-
NON	0,07ns	-0,81*	0,21ns	-0,35ns	0,52ns	-0,24ns	-0,03ns	-	-	-	-
10 – 30cm											
CBM	-0,35ns	-0,07ns	0,55ns	0,58ns	0,47ns	-0,02ns	0,51ns	0,23ns	0,53ns	0,24ns	0,72*
RES	-0,75*	0,28ns	0,71ns	0,44ns	0,64ns	0,31ns	0,54ns	0,67ns	0,71ns	0,66ns	0,38ns
FDA	0,57ns	-0,77*	-0,32ns	0,23ns	-0,54ns	-0,71ns	0,14ns	-0,31ns	-0,22ns	-0,75*	0,54ns
FAC	-0,38ns	-0,20ns	0,25ns	0,11ns	-0,15ns	-0,08ns	0,28ns	0,77*	0,44ns	0,11ns	0,09ns
AMO	-0,83*	0,44ns	0,33ns	-0,23ns	0,09ns	0,20ns	0,05ns	-	-	-	-
BAC	-0,88*	0,74*	0,81*	0,03ns	0,82*	0,89**	-0,11ns	-	-	-	-
FUN	-0,60ns	0,11ns	0,97**	0,55ns	0,77*	0,69ns	0,24ns	-	-	-	-
NON	0,28ns	-0,61ns	0,09ns	0,78*	0,10ns	-0,50ns	0,83*	-	-	-	-

BMC: carbono da biomassa microbiana; RES: respiração basal; FDA: hidrólise do diacetato de fluoresceína; FAC: fosfatase ácida; AMO: microrganismos amonificadores; BAC: bactérias; FUN: fungos; NON: nitrificadores oxidantes do nitrito; CMR: capacidade máxima de retenção de água; M.O: matéria orgânica. ns: não significativo; \*, \*\* significativo ao nível de 5 e 1 % de probabilidade.

Uma correlação positiva foi obtida entre a atividade de fosfatase ácida e a população de fungos na profundidade de 10 - 30cm em novembro de 2002, indicando que os fatores que favorecem o aumento da atividade de fosfatase ácida favorecem a população de fungos (Tabela 15). Nahas et al. (1994) avaliando diferentes solos e tipos de vegetação, constatou que os fungos possuem maior atividade de fosfatase ácida e as bactérias, de fosfatase alcalina.



Tabela 15 - Correlações entre as variáveis e o resultado das análises químicas do solo, nas diferentes profundidades - novembro de 2002.

Variável	CMR	PH	P	K	Ca	Mg	M.O	AMO	FUN	BAC	NON
0 – 10cm											
CBM	-0,74*	-0,51ns	-0,35ns	0,30ns	0,17ns	-0,77*	0,64ns	0,13ns	0,0,2ns	-0,33ns	0,29ns
RES	0,65ns	-0,05ns	0,90**	-0,21ns	0,12ns	0,49ns	0,27ns	-0,48ns	0,70ns	0,18ns	0,37ns
FDA	0,23ns	-0,21ns	0,20ns	0,24ns	-0,29ns	-0,24ns	0,22ns	-0,69ns	0,20ns	-0,39ns	0,16ns
FAC	0,28ns	0,89**	0,58ns	0,18ns	0,55ns	0,41ns	-0,32ns	-0,46ns	-0,09ns	0,66ns	-0,59ns
AMO	0,02ns	-0,37ns	-0,35ns	0,13ns	0,23ns	-0,20ns	0,28ns	-	-	-	-
BAC	-0,11ns	0,70ns	0,47ns	-0,52ns	0,22ns	0,73*	-0,50ns	-	-	-	-
FUN	0,58ns	-0,50ns	0,66ns	0,06ns	0,38ns	0,10ns	0,76*	-	-	-	-
NON	-0,13ns	-0,70ns	0,18ns	-0,66ns	-0,41ns	0,17ns	0,35ns	-	-	-	-
10 – 30cm											
CBM	0,85*	-0,33ns	0,77*	0,57ns	0,60ns	-0,56ns	-0,05ns	0,89**	0,37ns	0,28ns	0,94**
RES	0,53ns	0,57ns	0,72ns	0,74*	0,22ns	0,47ns	0,47ns	0,71ns	0,49ns	0,82*	0,15ns
FDA	0,90**	-0,29ns	0,38ns	0,05ns	0,47ns	-0,65ns	-0,21ns	0,72ns	-0,14ns	0,24ns	0,86ns
FAC	-0,01ns	-0,27ns	0,76*	0,68ns	-0,25ns	0,07ns	-0,30ns	0,25ns	0,91**	-0,17ns	0,28ns
AMO	0,92**	0,07ns	0,81*	0,67ns	0,62ns	-0,26ns	0,18ns	-	-	-	-
BAC	0,54ns	0,80*	0,29ns	0,38ns	0,39*	0,48ns	0,72ns	-	-	-	-
FUN	0,10ns	-0,23ns	0,82*	0,86*	0,07ns	0,02ns	-0,06ns	-	-	-	-
NON	0,74*	-0,56ns	0,62ns	0,33ns	0,43ns	-0,73*	-0,33ns	-	-	-	-

BMC: carbono da biomassa microbiana; RES: respiração basal; FDA: hidrólise do diacetato de fluoresceína; FAC: fosfatase ácida; AMO: microrganismos amonificadores; BAC: bactérias; FUN: fungos; NON: nitrificadores oxidantes do nitrito; CMR: capacidade máxima de retenção de água; M.O: matéria orgânica. ns: não significativo; \*, \*\* significativo ao nível de 5 e 1 % de probabilidade.

#### 4.11 Avaliação micorrízica

A taxa de colonização das raízes de mamão variou de 11 a 41%, não sofrendo influência dos manejos utilizados. Ressalta-se que a coleta para esta avaliação foi feita apenas no início das chuvas (maio de 2002), não sendo possível no início do período seco (novembro de 2002) pela ausência de raízes em condições de avaliação. Trindade (1998) avaliou a ocorrência de micorrizas arbusculares em agrossistemas de mamoeiro, em condições de viveiro e campo, em solos das regiões do Norte do Espírito Santo, Oeste da Bahia e Extremo Sul da Bahia. Detectou que o mamoeiro apresentou elevadas taxas de colonização em condições de campo, mas com grande intervalo de variação (6 a 83%), sendo relacionado com os teores de fósforo, pH e textura do solo.

Para o número de esporos micorrízicos obtidos nas amostras de solo coletadas na projeção da copa das plantas do mamoeiro, não se observou efeito

significativo entre os manejos. Seus números variaram de 70 a 127 em 100g de solo seco.

Em relação as amostras coletadas nas entrelinhas da cultura, a quantidade de esporos micorrízicos variou de 14 a 41 em 100g de solo seco em maio de 2002 e de 14 a 38 em 100g de solo seco em novembro de 2002. Os maiores valores foram obtidos nos manejos com capina em área total (1), com grade nas ruas da cultura (2) e com subsolagem + feijão de porco (3) (Figura 10). Lembrando-se que foi realizada apenas uma gradagem e na implantação do experimento, o que provavelmente após o período de quatro anos não provocou a redução do número de esporos de fungos micorrízicos.

Ressalta-se que nessa época, as áreas onde foram coletadas as amostras de solo, estavam sem a presença de cobertura vegetal, o que provavelmente pode ter influenciado os resultados obtidos, uma vez que esperava-se efeito da vegetação nativa, que favoreceria a simbiose, em todo tempo de avaliação.

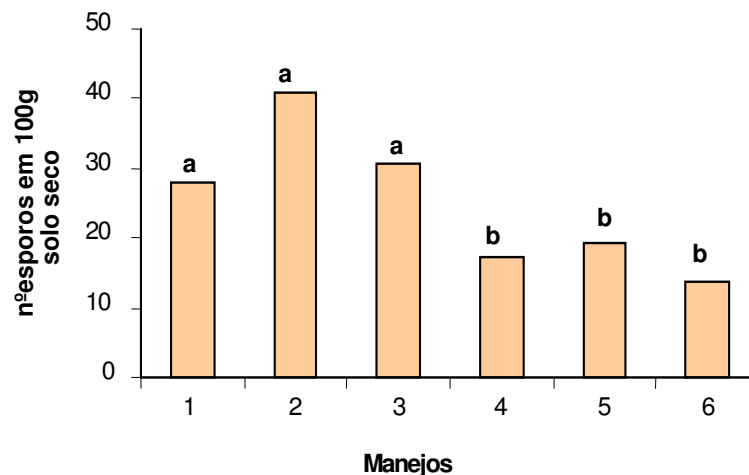


Figura 10 - Número de esporos de fungos micorrízicos em um solo de Tabuleiros Costeiros submetido a diferentes manejos e cobertura vegetal (maio de 2002). Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + Caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária. Teste de Scott-Knott, a 5%.

Na profundidade de 0 - 10cm ocorreu maior número de esporos (Figura 11). Isto pode ser explicado, provavelmente, pela presença das plantas de cobertura com maior quantidade de raízes, favorecendo o aumento de micélio e esporos.

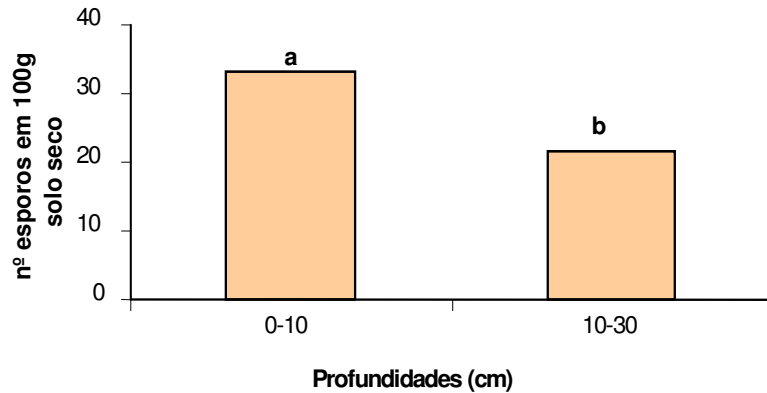


Figura 11 - Número de esporos micorrízicos em um solo de Tabuleiros Costeiros, em diferentes profundidades (novembro de 2002). Teste de Scott-Knott, a 5%.

#### 4.12 Análise de agrupamento e Componentes principais

A análise de agrupamento de 12 variáveis selecionadas para amostragem de maio e novembro de 2002, nos manejos e nas profundidades estudadas, permitiu a elaboração de dendrogramas hierárquicos, apresentados nas Figuras 12 e 13, onde se observa a formação de grupos de manejos que apresentam graus de similaridade.

Verifica-se semelhanças na formação dos grupos na profundidade de 0 - 10cm e 10 - 30cm [Figura 12 (A) e (B)], respectivamente, onde se constata que o manejo do pequeno produtor com capina em área total (1), usada como referência, apresentou uma maior distância dos demais manejos. A subsolagem do solo foi o fator que mais aproximou os manejos na formação dos grupos, indicando que este manejo associado ao uso de leguminosas, teve forte influência nos atributos microbiológicos no solo.

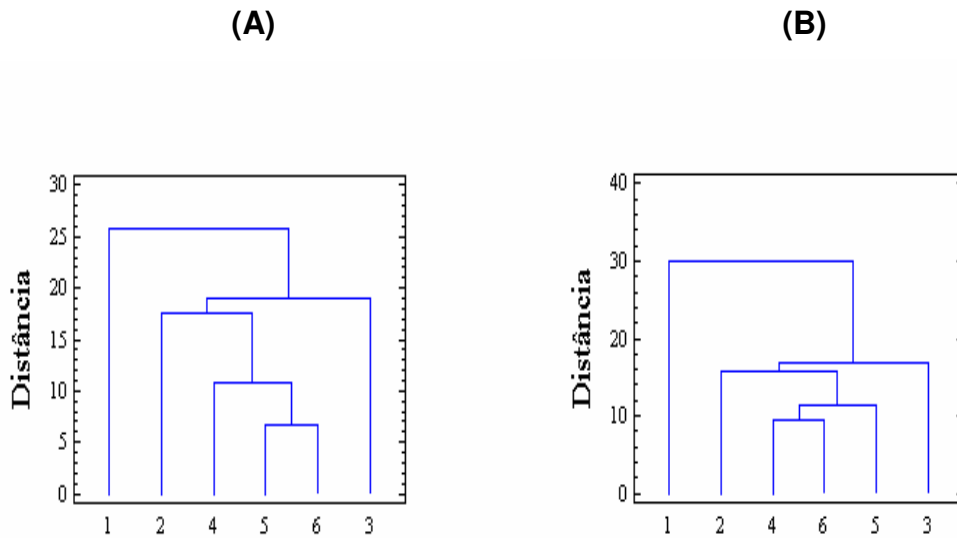


Figura 12 – Dendrograma ilustrativo da similaridade dos manejos avaliados em maio de 2002, **(A)** profundidade de 0 - 10cm e **(B)** profundidade de 10 - 30cm. Manejos: 1- Capina em área total; 2- Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.

Em novembro de 2002 e na profundidade de 0 - 10cm [Figura 13 **(A)**], o manejo com subsolação + caupi (4) apresentou a maior distância. As espécies de planta utilizada na cobertura vegetal, provavelmente, influenciaram o resultado, uma vez que, nessa época, havia vários tipos de espécies. Na profundidade 10 - 30cm [Figura 13 **(B)**] além da subsolação, a presença das diferentes espécies de plantas utilizadas como cobertura vegetal, favoreceram a formação dos grupos de manejo que se distanciaram do manejo do pequeno produtor (1).

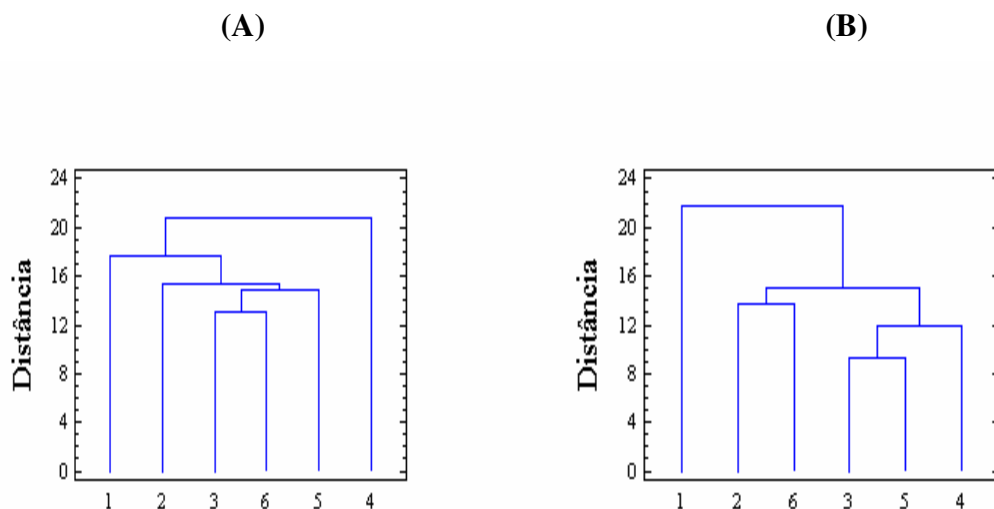


Figura 13 - Dendrograma ilustrativo da similaridade dos manejos avaliados em novembro de 2002, **(A)** profundidade de 0 - 10cm e **(B)** profundidade de 10 - 30cm. Manejos: 1- Capina em área total; 2-Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária.

A análise de componentes principais (CP) das variáveis selecionadas, permitiu agrupar nos dois primeiros CP's 39,93% e 70,00%, e 37,29% e 65,38% da variância total, para as amostras nas profundidades de 0 - 10 e de 10 - 30cm, respectivamente, (maio de 2002). A análise gráfica da dispersão dos escores, obtidos para cada um dos manejos em um sistema de eixos cartesianos representados pelos dois primeiros componentes principais (Figura 14), permitiu-nos visualizar semelhanças entre os manejos, com base nas variáveis analisadas. Os resultados dos métodos de análise de agrupamento e de componentes principais mostraram concordância na determinação de similaridade entre os manejos.

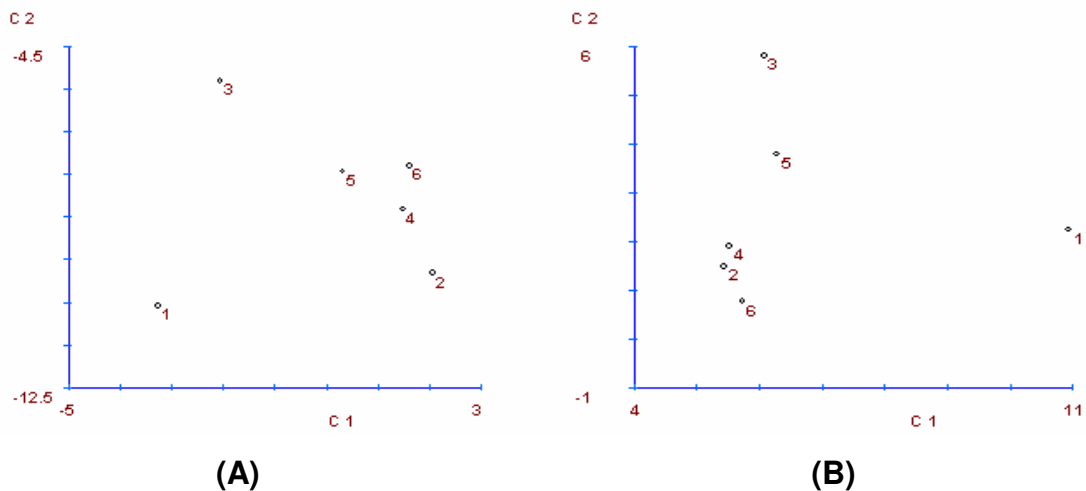
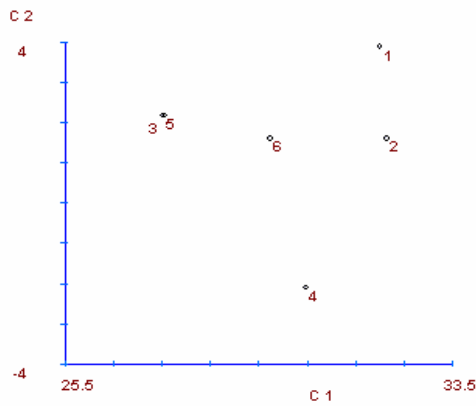
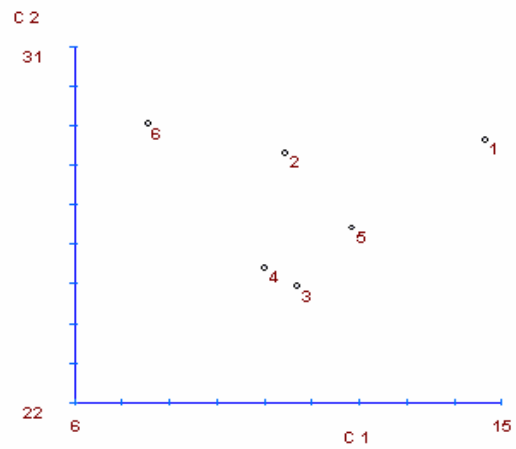


Figura 14 - Dispersão gráfica dos escores dos 6 manejos em relação aos componentes principais 1 e 2, **(A)** profundidade de 0 – 10cm e **(B)** 10 – 30cm em maio de 2002. Manejos: 1- Capina em área total; 2-Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolagem + feijão de porco; 4- Subsolagem + caupi; 5- Subsolagem + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolagem + vegetação nativa, roçada quando necessária.

Em novembro de 2002, a variância total foi explicada por 34,84% e 67,38%, e 45,40% e 71,45% nos dois primeiros CP's nas profundidades de 0 - 10cm e 10 - 30cm, respectivamente. A Figura 15 representa a dispersão gráfica dos escores obtidos, para cada um dos manejos, nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 30cm. Observa-se a formação de diferentes grupos, onde a leguminosa feijão de porco, possivelmente, parece ser o fator limitante para a formação do grupo com os manejos (3 e 5) na profundidade de 0 - 10cm **(A)**. Na profundidade 10 - 30cm **(B)** verifica-se possivelmente um efeito da vegetação nativa (6), da grade (2) e da subsolagem (3, 4 e 5), na formação dos grupos, em relação ao manejo do pequeno produtor com capina em área total (1).



(A)



(B)

Figura 15 - Dispersão gráfica dos escores dos 6 manejos em relação aos componentes principais 1 e 2, **(A)** profundidade de 0 - 10cm e **(B)** 10 - 30cm em novembro de 2002. Manejos: 1- Capina em área total; 2-Grade nas ruas da cultura; 3- Subsolação + feijão de porco; 4- Subsolação + caupi; 5- Subsolação + calagem + gesso e feijão de porco; 6- Subsolação + vegetação nativa, roçada quando necessária.

## 5 – CONCLUSÕES

- Os manejos empregados influenciam a respiração basal, a população de microrganismos nitrificadores oxidantes do nitrito, a atividade da fosfatase ácida e o número de esporos de fungos micorrízicos.
- A manutenção de uma cobertura vegetal é importante para a atividade de microrganismos do solo, entretanto, este efeito foi diferenciado com o tipo de cobertura vegetal.
- A subsolagem não causou alterações nas características microbiológicas em profundidade.
- A leguminosa feijão de porco estimula a presença de bactérias nitrificadoras, ou seja, o processo de nitrificação.
- O acúmulo de biomassa e atividade microbiana reduziram com a profundidade do solo.
- A densidade de esporos de fungos micorrízicos foi alterada pela profundidade de amostragem.



- De acordo com as análises de agrupamento das variáveis selecionadas, a subsolagem e espécie de leguminosa, influenciam os aspectos microbiológicos do solo. Entretanto, deve-se ficar atento à época de amostragem pois a depender da época do ano podem ocorrer variações.
- As avaliações microbiológicas apresentam-se sensíveis a diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Infectivity of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural soils. **Aust. J. Agric. Res.**, v.33, p.1049-1059, 1982.

AITA, C.; CERETTA, C. A.; THOMAS, A. L.; PAVINATO, A.; BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.101-108, jan. 1994.

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

ALEXANDER, M. Most probable number method for microbial population. In: PAGE, A. L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (Eds). **Methods of soil analysis**. 1982. p. 815-820 (Agronomy monograph 9).

\_\_\_\_\_. **Introduction to soil microbiology**. New York: John Willey & Sons, 1977. 467p.

ALVAREZ, R.; DIAZ, R. A.; BARBERO, N; SANTANA-TOGLIA, O. J.; BLOTTA, L. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. **Soil and Tillage Research.**, v.33, n.1, p.17-28, jan. 1995.

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**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 189-197, jan./mar. 2001.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.1, p.179-189, jan./mar. 2000.

AMBLER, J. R.; YOUNG, J. L. Techniques for determining root length infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. **Soil Science Soc. AM. J.**, v.4, p.551-556, 1977.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p.471-479, apr. 1989.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient ( $q_{CO_2}$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 25, n. 3, p.393 - 395, mar. 1993.

ANDRADE, D. S.; COLOZZI-FILHO, A.; PAVAN, M. A.; BALOTA, E. L.; CHAVES, J. C. D. Atividade microbiana em função da calagem em um solo cultivado com cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n. 2, p.191-196, maio/ag. 1995.

ANDRADE, D. de S.; MIYAZAMA, M.; HAMAKAWA, P. J. Microrganismos amonificadores e nitrificadores. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília:Embrapa-SPI, 1994. p.355-367.

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

AULER, P. A. M. **Desenvolvimento inicial do mamoeiro (*Carica papaya* L.) relacionado à disponibilidade de fósforo no solo e à colonização pelo fungo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus macrocarpum***. 1995. 94f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu.

BAGYARAJ, D. J.; VARMA, A. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and plants – their importance in sustainable agriculture in arid and semiarid tropics. **Adv Microbial Ecology**, v.14, p.119-142, 1995.

BALOTA, E. L. Alterações microbiológicas em solo cultivado sob plantio direto. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. (Eds.). **Plantio direto: caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: IAPAR, 1997a. p.222-233.

\_\_\_\_\_. Atividade microbiana em solo cultivado sob plantio direto. In: CENFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Pato Branco. **Resumos de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997b. p.35-50.

BALOTA, E. L.; COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 641-649, jul. 1998.

BALTRUSCHAT, H.; DEHNE, H. W. The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystema. II. Influence of nitrogen fertilization and green manure in continuous monoculture and in crop rotation on the inoculum potential of winter barley. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.113, p.251-256, 1988.

BARRETO, A. C.; FERNENDES, M. F. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 24p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 19).

BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2043-2050, oct. 2000.

BETHLENFALVAY, G. J.; LINDERMAN, R. G. **Mycorrhizae in sustainable agriculture**. Madison: America Society of Agronomy, 1992. p. total. (ASA special publication 54).

BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 2/3, p.269-279, feb./mar. 1995.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P. do; COSTA, M. B. B. da; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S & AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.

CAMARGO, O A de; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. São Paulo. 1997. p. total.

CARNEIRO, M. A. C. **Características bioquímicas do solo em duas cronossequências de reabilitação em áreas de mineração de bauxita**. Lavras: UFLA, 2000. 166f.

CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil Till. Res.**, n.7, p. 29-40, 1986.

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

CARVALHO, J. E. B. de et al. Manejo de cobertura vegetal com leguminosas em el control integrado de malezas em citricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL COBERTURA DE LEGUMINOSAS EM CULTIVOS PERMANENTES, 1998, Santa Bárbara. **Campendio...** Maracaibo: La Universidad del Zulia, 1998. p.108-130.

CARVALHO, J. E. B. de; et al. Influência das épocas de controle das plantas daninhas sobre a produção de laranja 'Pêra'. **Revista de Plantas Daninhas**, Londrina, v.11, n.1/2, p.49-54, 1993.

CARVALHO, J. E. B. de; et al. Manejo de cobertura do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.140-145, ago. 1999.

CARVALHO, J. E. B. de; PAES, J. M. V.; MENEGUCCI, J. L. P. Manejo de plantas daninhas em citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.209, p.61-70, 2001.

CATTELAN, A. J.; TORRES, E.; SPOLADORI, C. L. Sistemas de preparo com sucessão trigo/soja e os microrganismos do solo. Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n. 3, p.303-311. jul. 1997.

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. set. 1990.

CHAER, G. M.; BORGES, A. C.; TÓTOLA, M. R. Indicadores microbiológicos na avaliação da qualidade do solo em sistemas de manejo de eucalipto. In: REUNIÃO

BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4. 2002, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 2002, 201p.

CINTRA, F. L. D. Manejo e conservação do solo em bananais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, v. 10, n. 1, p. 65-73, jan. 1988.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SILVA, A. P. da. Tabuleiros costeiros do nordeste do Brasil: uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas nos solos. **B. Inf. da SBCS**, Campinas, n. 18, p. 81-95, 1997.

CONTE, E.; ANGHINONI, J.; RHEINHEIMER, D. S. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.26, n.4, p.925-930, out./dez. 2002.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV. 2001. 390p.

CUENCA, G.; MENESES, E. Diversity patterns os arbuscular mycorrhizal fungi associated with cacao in Venezuela. **Plant and Soil**, v.183, p.315-322, 1996.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. 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**, Campinas, v.26, n.4, p.913-923, out. 2002.

DANTAS, J. L. L. **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e fruticultura. 1999. 105p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 34).

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Poro Alegre: Genesis, 1999. p. 389-411.

DIAS, L. A. dos S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A.C. (Ed.). **Eletroferese de isoenzimas e proteínas afins**: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: UFV, 1998, p.405-475.

DICK, R. P.; BREAKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds) **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 247-272.

DICK, W. A. Influence of long term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 48, n. 3, p. 569-574, 1984.

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

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDOCEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-35 (Publication, 35).

FALAGUASTA, V. de P. Exigências climáticas da cultura do mamão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 8., 1980, Jaboticabal **Anais...** Jaboticabal: FCAV. 1980, p.99-102.

FAO. Disponível em: L: <http://apps.fao.org> Acesso em: 10 de out. 2002.



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.

FERNANDES, M. F.; FERNANDES, R. P. M.; ANJOS, J. L.; SOBRAL, L. F.; ARAÚJO, A. S. Efeito da saturação por bases sobre a atividade de fosfatases em solo de tabuleiro costeiro cultivado com citrus. II Constantes cinéticas das enzimas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p.403-410, jul./ago. 1998.

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.

FERREIRA, E. A. B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; RAMOS, M. L. G. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana em cinco profundidades de um Latossolo no cerrado sob diferentes sistemas de manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **Resumos...**Rio de Janeiro, 2002, 201p.

GENES. Programa Genes: versão windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p. 2001

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Trans. Brit. Mycol. Soc.**, v.46, p.235-244, 1963.

GIANFREDA, L.; BOLLAG, J. M. Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil. In: STOTZKY, G.; BOLLAG, J. M. (Eds.) **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1996. v.9, p.122-194.

GRISI, B. M. Participação da microbiota na ciclagem de nutrientes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Campinas: Software Gráfico Comércio e Serviços/Bicca Produções SIC, 1996. 1CD.

GONÇALVES, A. S.; MONTEIRO, M. T.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana em amostras de solos secadas ao ar e reumidecidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.651-658, maio 2002.

GUGGENBERGER, G.; HAUMAIER, L.; THOMAS, R. J. Assessing the organic phosphorus status of an oxisol under tropical pastures following native savanna using <sup>31</sup>P NMR spectroscopy. **Biology and Fertility of Soils**, v.23, p.332-339, 1996.

GUGGENBERGER, G.; ZECH, W.; THOMAS, R. J. Lignin and carbohydrate alteration in particle-size separates of an oxisol under tropical pastures following native savanna. **Soil Biology Biochemistry**, v.27, p.1629-1638, 1995.

HART, P. B. S.; AUGUST, J. A.; WEST, A. W. Long-term consequences of topsoil mining on select biological and physical characteristics of two new Zealand loessial soils under grazed pasture. **Land Degrad. Rehabil.**, n. 1, p. 77-88, 1989.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. (Ed.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília: EMBRAPA, 1994. 542p.

IBGE. Disponível em: L: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 10 de out. 2002.

INSAM, H. Are the soil microbial biomass and basal respiration governed by the climatic regime. **Soil Biology Biochemistry**, v.22, p.525-532, 1990.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, Tokyo, v.15, p.177-188, 1988.

INSAM, H.; MITCHELL, C. C.; DORMAAR, J. F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols. **Soil Biology Biochemistry**, v.23, p.459-464, 1991.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Journal Soil Water Conservation**, v.55, p.69-78, 2000.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos 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.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil. **Pl. Dis. Rep.**, v.48, p.692-694, 1964.

KENNEDY, A. C.; PAPENDICK, R. I. Microbial characteristics of soil quality. **Journal Soil Water Conservation**, v.50, p.243-248, 1995.

KIRCHNER, M. J.; NOLLUM, A. G.; KING, L. D. Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, p. 1289-1295, 1993.

KOCH, A.L. Growth measurement. In: GERHARDT, P.; MURRAY, R.G.E.; COSTILOW, R.N.; NESTOR, E.G.; WOOD, W.A.; KRIEG, N.R.; PHILLIPS, G.B. (Eds.). **Manual of methods for general bacteriology**. Washington: ASM, 1981. p.179-207.

KREUTZER, K. Effects of forest liming on soil processes. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.168/169, p.447-470, 1995.

LAL, R. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics versus temperate environments, **Adv. Agron.**, v.42, p.85-197, 1989.

LAGALY, G. Pesticide-clay interactions and formulations. **Appl. Clay Science**, v.18, p.205-209, 2001.

LUNDGREN, B. Fluorescein diacetate as a stain of metabolically active bacteria in soil. **Oikos**, Copenhagen, v. 36, p.17-22, 1981.

MaC-DONALD, R. M. Extraction of microorganisms from soil. **Biol. Agric. Hortic.**, v.3, p.361-365, 1986.

MADSEN, M. L. Impacts of agricultural practices on subsurface microbial ecology. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 54, p. 1-67, 1995.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas principais e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. 1988. Site: [www.google.com](http://www.google.com).

MARIM, S. L. D.; GOMES, I. D.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. dos S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: EMCAPA, 1995. 57P. (Circular Técnica, 3).

MARQUES, M. C.; GRAZZIOTI, P. H.; CARVALHO, J. E. B. de; TRINDADE, A. V. Manejo de coberturas do solo sobre os aspectos microbiológicos e bioquímicos do solo em citros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 2002, 201p.

MELO, S. de; AZEVEDO, J. L. de. **Microbiologia ambiental**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1997.

MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. Mamão no Brasil. Cruz das Almas, BA: EAUFBA/EMBRAPA-CNPMA, 1996. 179p.

MENDONZA, H. N. S.; LIMA, E.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, L. A.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M. V. M. Propriedades químicas e biológicas de solo de Tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.2, p.201-207, abr. 2000.

MERCANTE, F. M.; FABRICIO, A. C.; SILVA, R. F. da; ROSCOE, R.; SALTON, J. C. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na biomassa microbiana e na produtividade de soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002. Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 2002, 201p.

MOHANDAS, S. Effect of VAM inoculation on plant growth, nutrient level and phosphatase activity in papaya (*Carica papaya* cv. Coorg Honey Dew) **Fert. Res.**, v.31, p.263-267, 1992.

MONTEIRO, R. T. Degradação de pesticidas. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Eds.) **Microbiologia ambiental**. Jaguariúna: EMBRAPA, CNPDIA, 1997. cap. 4, p.107-124.

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).

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

NAHAS, E. **Ciclo do fósforo**: transformações microbianas. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 67p.

NAHAS, E.; CENTURION, J. F.; ASSIS, L. C. Efeito das características químicas dos solos sobre os microrganismos solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatases. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n. 1, p.49-53, jan. 1994.

NDAW, S. M.; RODRIGUES, E. F. da G.; ROSADO, A. S. Diversidade, biomassa e atividade microbiana como indicadores da qualidade dos solos sob diferentes coberturas vegetais no entorno do parque do desengano, Santa Maria Madalena, RJ. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; REUNIÃO BRASILEIRA DE

BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 2002, 201p.

OCIO, J. A.; BROOKES, P. C. Na evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent additions of wheat straw and characterization of the biomass that develops. **Soil Biology and Biochemistry**, v.22, p.685-694, 1990.

OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, M. de O.; DANTAS, J. L. L.; SANCHES, N. F.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M.; SANTOS FILHO, H. P.; CARVALHO, J. E. B. de. **A cultura do mamoeiro**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1995.

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, M. F. S. P.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L. Degradação, extração e formação de resíduos ligados de <sup>14</sup>C-atrazina em dois solos do estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.147-151, 2000.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZDOWICZ, A. **Quantificações das populações de bactérias em geral, de bactérias resistentes a antibióticos e de actinomicetos em solos**. Seropédica: Embrapa – CNPAB, 1996. 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 26).

PHILLIPS, J. M.; HAIMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transaction of the British Mycological Society**, London, v.55, p.158-161, 1970.

POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct drilled soils. **Journal Agriculture Science**, n.97, p. 713-721, 1981.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in the total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, n. 19, p. 159-164, 1987.

RAMOS, M. L. G.; RESCK, D. V. S.; FERREIRA, A. B.; EL-MOOR, R. D.; GOMES, A. C. Biomassa microbiana e evolução de CO<sub>2</sub>, em diferentes sistemas de manejo num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18., 2001, Londrina **Resumos...** Londrina: 2001, p.82.

REICOSKY, D. C.; KEMPER, W. D.; LANGDALE, G. W.; DOUGLAS Jr., C. I.; RASMUNSEN, P. E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. **Journal Water Conserv.**, v.50, p.253-261, 1995.

REZENDE, J. de O. **Compactação e adensamento do solo, método para avaliação e práticas agrícolas recomendadas**. 1997. 22p. (Palestra apresentada no Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 23, Rio de Janeiro).

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.

\_\_\_\_\_. Horizontes coesos em latossolos de tabuleiros. In: SEMANA DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 9., 1993. Cruz das Almas – BA. Fernando de Noronha: Porto. 1993. p. 497-500.

\_\_\_\_\_. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da estação de plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 19, n.1, p. 105-113, abr.1995.



\_\_\_\_\_. **Primeiras avaliações sobre a gênese dos solos coesos da região de Cruz das Almas – BA.** Salvador: Instituto de Geociências UFBA, 1991. 33p.

RODRIGUES, E. F. G.; GUERRA, J. G. N.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana de carbono de solos de Itaguaí (RJ): comparação entre os métodos fumigação – incubação e fumigação – extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n. 3, p.427-432, set. 1994.

ROJO, M. J.; CARCEDO, S. G.; MATEOS, M. P. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.22, n.2, p.169-174, 1990.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas.** Fundação Arthur Bernardes, versão 5.0. 1993.

SAFFIGNA, P. G.; POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; THOMAS, G. A. Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian Vertisol. **Soil Biology and Biochemistry**, n. 21, p. 759-765, 1989.

SAGARDOY, M. A.; SALERNO, C. M. Number, distribution, and characterization of heterotrophic bacteria in some Argentine soils. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Madrid, v.42, p.2069-2081, 1983.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.313-319, maio 1995.

SARATCHANDRA, S.V. Nitrification activities and the changes in the population of nitrifying bacteria in soil perfused with two different H-ion concentrations. **Plant and Soil**, v.50, p.99-111, 1978.

SCHNITZER, M. Soil organic matter-the next 75 years. **Soil Science**, Baltimore, v.151, n.1, p.41-58, jan. 1991.

SCHNURER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 43, n. 6, p. 1256-1261, 1982.

SILVA, A. C. B.; TÔRRES, D. S.; RAMOS, M. L. G.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Biomassa microbiana em diferentes sistemas de preparo do solo no cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **Resumos...**Rio de Janeiro, 2002, 201p.

SILVA, L. F. C.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 283-288, set. 1991.

SILVA, C. A.; VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G. Nitrificação em latossolos da região de Minas Gerais: efeito da acidez do solo. **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, p.388-394, 1994.

SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. de. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.12, p.1499-1506, 1989.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. **Biotecnologia do solo**: fundamentos e perspectivas. Brasília: MEC; ABEAS; 1988. 236p.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J. M.; STOZKY, G.; (Eds.) **Soil biochemistry**. New York: Marcel Decker, 1990. p.357–396.

SODERSTROM, B. E. Vital staining of fungi in pure cultures and in soil with fluorescein diacetate. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 9, p. 59-63, 1977.

SOMASEGARAN, P., HOBEN, H. J. **Methods in legume-rhizobium technology**. Maui: University of Hawaii NifTAL, 1985. 367p.

SPARLING, P. G. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 30, p. 95-207, 1992.

STATISTICA. **Statistica for windows** v. 2.0. Tulsa, Stat Soft Inc., 2002.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. **Soil Plant Science**, v.49, p.1-24, 1999.

STOLP, N. B.; SHEA, P. J. Alachlor and atrazine degradation in Nebraska soil and underlying sediments. **Soil Science**, v.160, n.5, p.359-370, 1995.

TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.207-214, 1994.

TRINDADE, A. V. **Fungos micorrízicos arbusculares em mamoeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 177p.

TRINDADE, A. V.; SIQUEIRA, J. O.; ALMEIDA, F. P. de. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1485-1494, dez. 2001.

UMBREIT, W.W.; BURRIS, R.H.; STAUFFER, J.F. **Manometric and biochemical techniques**. 5. ed. Minneapolis: Burgess Publ. Co. 1972.

VALPASSOS, M. A. R.; CAVALCANTE, E. G. S.; CASSIOLATO, A. M. R.; ALVES, M. C. Effects of soil management systems on soil microbial activity, bulk density and chemical properties. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1539-1545, 2001.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. Na extraction method for measuring microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p.703-707, June 1987.

VANDERHEYDEN, V.; DEBONGNIE, P.; PUSSEMIER, L. Accelerated degradation and mineralization of atrazina in surface and subsurface soil materials. **Pesticide Science**, v.49, p.237-242, 1997.

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, n. 1, p. 35-42, jan. 2000.

WALDROP, M. P.; BALSER, T. C.; FIRESTONE, M. K. Linking microbial community composition to function in a tropical soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.32, p.1837-1846, 2000.

WARDLE, D. A.; GHANI, A. A critique of the microbial metabolic quotient ( $q\text{CO}_2$ ) as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 27, n. 12, p. 1601-1610, Dec. 1995.

WARDLE, D. A. Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: a global-scale synthesis. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 30, n. 13, p. 1627-1637, 1998.

WEBER, O. B.; OLIVEIRA, E. de. Ocorrência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em citros nos estados da Bahia e Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1905-1914, dez. 1994.

WEBER, O. B.; AMORIM, S. M. C. Adubação fosfática e inoculação de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em mamoeiro 'Solo'. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.2, p.187-191, maio 1994.

YASSIR, A.; RIEU, C.; SOULAS, G. Microbial N-dealkylation of atrazine: effect of exogeneous organic substrates and behaviour of the soil microflora. **Pesticide Science**, v.54, p.75-82, 1998.

ZUBERER, D.A. Recovery and enumeration of viable bacteria. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S. TABATABAI, A.; WOLLUM, A. **Methods of soil analysis: II – Microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.119-144.