



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGA

**SISTEMAS DE MANEJO DE UM ARGISSOLO DOS TABULEIROS
COSTEIROS DE SERGIPE CULTIVADO COM CITROS**

Joézio Luiz dos Anjos

AREIA, PB
Brasil
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS

**SISTEMAS DE MANEJO DE UM ARGISSOLO DOS TABULEIROS
COSTEIROS DE SERGIPE CULTIVADO COM CITROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia na área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientadores: Ivandro de França da Silva
Fernando Luis Dultra Cintra

**AREIA, PB
BRASIL
2006**

Ficha Catalográfica elaborada na Seção de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial de Areia-PB, CCA/UFPB.
Bibliotecária: Márcia Maria Marques CRB4 – 1409

A599s Anjos, Joézio Luiz dos.

Sistemas de manejo de um Argissolo dos tabuleiros costeiros de Sergipe cultivado com citros./ Joézio Luiz dos Anjos. – Areia, PB: PPGMSA/CCA/UFPB, 2006.

83f.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Ivandro de França da Silva.

1. Manejo com grade - roçadeira - leguminosa. 2. Sistemas de manejo - grade - roçadeira - leguminosa. 3. Subsolagem - Argissolo - citros. 4. Citros - tabuleiros costeiros - Sergipe. I. Silva, Ivandro de França da (Orientador). II. Título.

CDU: 631.425:634.3(043.2)

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS

**SISTEMAS DE MANEJO DE UM ARGISSOLO DOS TABULEIROS
COSTEIROS DE SERGIPE CULTIVADO COM CITROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia na área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivandro de França da Silva
CCA/UFPB
Orientador

Pesquisador. Dr. Fernando Luis Dultra Cintra
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante
CCA/UFPB

Prof. PhD. Djail dos Santos
CCA/UFPB

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
CCA/UFPB

DEDICO

À minha mãe Francisca Oliveira dos Anjos e ao meu pai Luiz dos Anjos (*in memorian*)

À minha esposa e companheira Rita Leolinda

Aos meus irmãos Mércia Maria, Ignez Aurora e Francisco Paulo

A todos os meus sobrinhos (Aninha, Atawan, Cacá, Cide, Iraê, Lucas Fonseca, Lula, Maíra, Mariana, Rafael, Raquel, Tahiná, Tawane), tios e primos, em especial à Salvador Ávila e toda a família pelo acolhimento carinhoso, no início do Curso de Agronomia

OFEREÇO

Ao Estado de Sergipe, especialmente aos citricultores sergipanos

À Embrapa Tabuleiros Costeiros e ao DEAGRO

Ao Curso de Doutorado do CCA UFPB

Aos amigos e colegas trabalhadores e técnicos do Campo Experimental de Umbaúba

Em especial ao colega João Benigno do Carmo (*in memorian*)

Em especial à Bibliotecária Maria Ferreira Alves (*in memorian*)

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Ivandro França da Silva pela confiança, desprendimento e amizade, e ao Dr. Fernando L. D. Cintra pela amizade e dedicação irrestrita, disponibilizando seus conhecimentos e também dando todo o apoio necessário no Laboratório de Física da Embrapa Tabuleiros Costeiros e aos ensinamentos também nas atividades de campo. Ao Prof. Dr. Walter Esfrain pela paciência nos ensinamentos.

Devo agradecimento eterno também ao Dr. Lafayette Franco Sobral, orientador no curso de mestrado e amigo que me ensinou pacientemente a caminhada inicial da pesquisa na área de solo, e continua até hoje ensinando. Ao Dr. Antonio Carlos Barreto que também sempre me ajudou com inúmeras contribuições científicas e bibliográficas. Ao Dr. Roosevelt Prudente pela imprescindível contribuição com o projeto inicial e implantação do experimento. Ao Dr. João Bosco Vasconcellos. Gomes pela amizade e prontidão em realizar a descrição morfológica do solo. Aos Cientistas e Mestres eméritos Drs. Luiz Mário e Hélio Wilson que muito contribuíram com a tese com apoio logístico de toda sorte e, principalmente, com o exemplo de dedicação, desprendimento e compartilhamento científico. À Dra. Lurdes Leal agradeço as contribuições estatísticas. Retrato minha gratidão também aos Drs. Edmar Siqueira, Edson Diogo e Amaury Apolônio pelo apoio, amizade e paciência.

Ao amigo irmão e colega Roberto Alves, professor inato que me ajudou no laboratório de Física do Solo, no programa SIARCS e inúmeras outras contribuições, inclusive no curso de mestrado também. À Jeane Portela, outra amiga irmã, professora de Física do Solo, campo e laboratório. Dra. Lúcia Raquel a quem devo o apoio e amizade. À colega Ester Moura pela pronta ajuda na finalização da tese. A todos os colegas do Campo Experimental de Umbaúba, sem os quais não seria possível a pesquisa, Paulo Sérgio, especialmente pela amizade e apoio há mais de 10 anos, Gilberto Santana, Milton, Laércio, Raimundo, Doca, Michel, Edinaldo e João Benigno (in memoriam). Ao Técnico de laboratório Ricardo Euler e ao colega e amigo Valdir dos Santos.

Aos colegas do DEAGRO, especialmente à colega, amiga e irmã Dra. Luzia Tabosa, e aos Drs. Izildinha Dantas, Valter Ramos e Jodemir Freitas. Aos colegas da SAGRI onde iniciei a profissão com o apoio do estimado colega Eng^o Agr^o Rosalvo Alexandre. Ao Dr. Zé Eduardo B. de Carvalho, entusiasta do manejo integrado, e à Dra. Ana Amorim pelo apoio e envio muitas referências sobre o assunto.

No ITPS, agradeço ao colega Engenheiro Agrônomo Rivaldo, e à Dra. Lúcia Calumby que muito contribuíram disponibilizando totalmente o laboratório para muitas análises, inclusive ensinando.

Agradeço a todos da Embrapa Tabuleiros Costeiros cuja infraestrutura científica contribuiu muito na viabilização deste trabalho, com o apoio e amizade de todos os colegas, sem exceção.

Ao CCA-UFPB pela oportunidade e acolhimento, especialmente ao Prof. Dr. Genildo Bruno que foi um Coordenador sempre atento ao bom conceito do curso e aos anseios dos alunos, perfil que foi dado seqüência pela Profa. Rizelane. Agradeço a todos os funcionários. A todos os professores, do CCA-UFPB, em especial ao Prof. Lourival Cavalcante não somente pela sua seriedade e dedicação à Ciência, mas também pela sua personalidade carismática e exemplar.

Aos colegas de turma e aos amigos Ricardo Alencar, Reinando Paes, Glessner, Dacio Brito, Mácio Freitas (Homem de Deus), Kallianna Araújo e Cícero.

“Sei que não poderei retribuir os conhecimentos recebidos, pela magnitude dos autores, mas levarei eternamente a certeza da minha obrigação em repassá-los a todos que os demandarem”.

SUMÁRIO

	p.
SUMÁRIO	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO GERAL.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1. SISTEMAS DE MANEJO E ATRIBUTOS FÍSICOS E HÍDRICOS DE UM ARGISSOLO DE TABULEIRO CULTIVADO COM CITROS.....	
·	3
RESUMO	3
ABSTRACT	4
1.1. INTRODUÇÃO	5
1.2. MATERIAL E MÉTODOS	8
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
1.3.1. Densidade do solo	12
1.3.2. Porosidade total (PT), macroporosidade (Mp) e microporosidade (mp)	15
1.3.3. Matéria orgânica	18
1.3.4. Agregados e matéria orgânica do solo	19
1.3.5. Curva de retenção de água	24
1.3.6. Água disponível nos sistemas de manejo até 0,8 m de profundidade	26
1.4. CONCLUSÕES	28
1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 2. DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE CITROS SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EM ARGISSOLO DE TABULEIRO.....	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36
2.1. INTRODUÇÃO	37
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	41
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
2.3.1. Aspectos gerais do comprimento de raízes	43
2.3.2. Distribuição de raízes em profundidade na projeção da copa da planta cítrica	44
2.3.3. Distribuição lateral das raízes de citros até 3m da planta	47

2.3.4. Distribuição do sistema radicular dos citros na ausência e presença da subsolagem	49
2.4. CONCLUSÕES	51
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
 CAPÍTULO 3. EFEITO DO MANEJO DE UM ARGISSOLO DE TABULEIRO NA FERTILIDADE DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE PLANTAS CÍTRICAS.....	 55
RESUMO	55
ABSTRACT.....	56
3.1. INTRODUÇÃO	57
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	60
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
3.3.1. Influência dos sistemas de manejo na fertilidade do solo na entrelinha do pomar e no estado nutricional das plantas	63
3.3.2. Produção de fitomassa seca na entrelinha do pomar	66
3.3.3. Altura das plantas	68
3.3.4. Volume da copa das plantas cítrica	69
3.3.5. Produtividade das plantas cítricas	71
3.3.6. Peso médio de frutos.....	74
3.3.7. Índice de eficiência das plantas	75
3.4. CONCLUSÕES	77
.....	
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
4. CONCLUSÕES GERAIS	83

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	p.
TABELA 1.1. Análise da fertilidade do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm, em 1994.....	8
TABELA 1.2. Análise textural do solo da área experimental para as profundidades analisadas.....	8
TABELA 1.3. Densidade do solo (Ds) em kg dm ⁻³ nas camadas e profundidades avaliadas, após nove anos de manejo	12
TABELA 1.4 Conteúdo de matéria orgânica na camada de 0 a 20 cm, após nove anos de utilização sob sistemas de manejo na ausência e presença de subsolagem	18
CAPÍTULO 2	
TABELA 2.1.Efeitos entre sistemas de manejo e subsolagem no comprimento médio de raízes de laranjeira Pêra com relação à distribuição de raízes em profundidade	44
CAPÍTULO 3	
TABELA 3.1. Análise da fertilidade do solo nas camadas 0-20 e 20-40cm antes do plantio em 1994.....	60
TABELA 3.2.Dados de precipitação pluvial no período de 2000 a 2003, no Campo Experimental de Umbaúba	60
TABELA 3.3. Fertilidade do solo da área experimental nas camadas 0-5cm e 0-20 cm, no ano de 2003	64
TABELA 3.4.Estado nutricional do pomar em 2003, com 9 anos. Média de análise foliar	65
TABELA 3.5. Produção média de fitomassa seca da vegetação espontânea e do feijão-de-porco na entrelinha do pomar ,no período de avaliação e incorporação superficial do feijão de porco, de 2000 a 2002.....	67
TABELA 3.6. Teor de nutrientes da parte aérea da vegetação espontânea e do feijão-de-porco.....	67
TABELA 3.7. Peso médio dos frutos (g) por sistemas de manejo na ausência e presença da subsolagem para o período de 2001 a 2004	75

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	p.
FIGURA 1.1. Densidade do solo em função da profundidade do solo nos sistemas de manejo com grade, roçadeira e leguminosa na presença de subsolagem (acima) e ausência de subsolagem (abaixo).....	14
FIGURA 1.2. Porosidade total do solo na profundidade de 0,4m nos tratamentos com e sem subsolagem.	15
FIGURA 1.3. Distribuição do tamanho dos poros nas classes de diâmetros: >50µm, 50-30µm, 30-10µm, 10-03µm, 3-0,2 µm e < 0,2µm na profundidade 0 a 20 cm.....	16
FIGURA 1.4. Distribuição do tamanho dos poros nas classes de diâmetros: >50µm 50-30µm, 30-10µm, 10-03µm, 3-0,2µm e < 0,2µm na profundidade 0 a 40 cm.....	17
FIGURA 1.5. Efeito dos sistemas de manejo com subsolagem (direita) e sem subsolagem (esquerda) na percentagem total de agregados (a,b); percentagem de agregação (c,d); percentagem agregados estáveis (e,f) e diâmetro médio ponderado, DMP (g,h) na camada superficial do solo (0-20 cm).	21
FIGURA 1.6. Distribuição da matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm do solo, sob diferentes sistemas de manejo, na ausência (esquerda.) da subsolagem e presença (direita) da subsolagem.....	22
FIGURA 1.7. Distribuição de agregados por classe de diâmetro nos sistemas de manejo, independentes do uso de subsolagem, de 5 em 5cm até 20cm de profundidade.....	23
FIGURA 1.8. Curvas características de umidade do solo nos sistemas com grade, leguminosa e roçadeira, com e sem subsolagem, a 0-20 cm (Esquerda) e 20-40 cm (Direita).....	25
FIGURA 1.9. Água disponível nas diferentes camadas do solo sob influência dos sistemas de manejo na ausência e presença e ausência de subsolagem (a- grade; b- roçadeira; c- feijão-de-porco).	27
CAPÍTULO 2	
FIGURA 2.1. Raízes pintadas e distribuídas por quadrículas de 0,04 m ² , em quadro de 1m ² para obtenção de imagens no campo para quantificação em laboratório.	42
FIGURA 2.2. Média geral de distribuição lateral de raízes (a) e em profundidade (b) de laranjeira Pêra na área experimental, independente dos tratamentos aplicados.....	43
FIGURA 2.3. Distribuição do sistema radicular de citros ate 40cm de profundidade (camadas de 5 cm por 160 cm) na área de projeção da copa (1,60 m) em função dos sistemas de manejo na presença (a) de subsolagem e ausência (b).....	45

FIGURA 2.4. Comprimento total médio de raízes de citros (cm) no sentido da entrelinha do pomar em 3 m ² de área, sob efeito dos sistemas de manejo com e sem subsolagem.....	47
FIGURA 2.5. Distribuição lateral percentual das raízes de citros na entrelinha sob diferentes sistemas de manejo na ausência e presença da subsolagem, independente da profundidade.	48
FIGURA 2.6. Representação em cores da distribuição geral do comprimento de raízes em cm/100cm ² de área de limão Cravo sobre 'Pera' no sentido ortogonal à linha de plantio em área 3m ² (3m comprimento e 1m de profundidade de 5 em 5cm) ausência de subsolagem (a) e presença de subsolagem (b), independente dos sistemas de manejo	50
 CAPÍTULO 3	
FIGURA 3.1. Altura das planta cítricas para os anos 2000 (3.1.a) e 2004 (3.1.b) e sob influência da subsolagem (c) e dos sistemas de manejo utilizados (d).....	69
FIGURA 3.2. Volume de copa das plantas cítricas sob diferentes sistemas de manejo para o ano de 2000 (a) e 2004 (b) e sob influência dos sistemas de manejo (c) e da subsolagem utilizados (d).....	70
FIGURA.3.3. Produção acumulada de frutos de citros, durante quatro anos, sob diferentes sistemas de manejo (grade-gd, roçadeira-rç e feijão-de-porco-fp) na ausência (s) e presença (c) de subsolagem (a) e apenas sob os sistemas de manejo (b).....	72
FIGURA 3.4. Produtividade média anual de frutos para os sistemas de manejo de manejo (grade, roçadeira e feijão-de-porco) na ausência e presença de subsolagem (a), para a subsolagem, independente dos sistemas de manejo (b), sob ação da distribuição anual de precipitação pluvial (c).....	73
FIGURA 3.5. Índices de eficiência de produção das plantas cítricas nos anos 2000 e 2004 sob sistemas de manejo (gd-grade; rç-roçadeira; fp-feijão-de-porco) na (s)-ausência e (c) presença da subsolagem.	74
FIGURA 3.6. Índice de eficiência de produção das plantas cítricas nos anos 2000 e 2004 sob sistemas de manejo (gd-grade; rç-roçadeira; fp-feijão-de-porco) na ausência (s) e na presença (c) de subsolagem.....	76

RESUMO

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS. **Sistemas de manejo de um Argissolo dos tabuleiros costeiros de Sergipe cultivado com citros.** Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPE, março de 2006. 86 p. il. Tese. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Ivandro de França da Silva.

Apesar da importante inserção social e econômica da citricultura nos tabuleiros costeiros da Região Nordeste, com destaque para os estados da Bahia e Sergipe com 11% da produção nacional, a produtividade média é considerada muito baixa com cerca de 1 caixa (40,8kg) por planta. Entre os fatores que limitam o agronegócio dos citros, destacam-se os problemas relacionados às características químicas e físicas dos solos dos tabuleiros costeiros, tais como elevada acidez e baixa fertilidade natural, presença de camadas coesas relacionadas com alterações prejudiciais ao regime hídrico desses solos e limitação do aprofundamento do sistema radicular dos citros. O manejo do solo na entrelinha dos pomares visando inibir a competição da vegetação espontânea, tem promovido o uso intensivo de máquinas, especialmente grade, e vem contribuindo para potencializar os efeitos negativos das camadas coesas, com reflexos na produtividade dos citros. Portanto, há demanda de pesquisa sobre sistemas conservacionistas de manejo do solo com leguminosas, subsolagem e outros que contribuam para a melhoria física, química e biológica dos solos de tabuleiros visando diminuir a susceptibilidade a perda de água na época seca, com reflexos no desenvolvimento das plantas, produtividade e qualidade dos frutos. Essa pesquisa teve como objetivos estudar a influência dos sistemas de manejo nos atributos físicos e hídricos do solo, na distribuição e aprofundamento do sistema radicular das plantas cítricas; a fertilidade do solo, estado nutricional, desenvolvimento e produtividade dos citros. Os tratamentos foram: 1) grade nas águas (abril a setembro) e no período seco (outubro a março) na presença de subsolagem; 2) grade nas águas (abril a setembro) e no período seco (outubro a março) na ausência de subsolagem; 3) roçadeira nas águas e grade no período seco na presença de subsolagem; 4) roçadeira nas águas e grade no período seco na ausência de subsolagem; 5) plantio de feijão-de-porco nas águas e grade no período seco na presença de subsolagem; 6) plantio de feijão-de-porco nas águas e grade no período seco na ausência de subsolagem. A subsolagem promove melhoria de atributos físicos e hídricos do solo. O sistema radicular das plantas cítricas ('Pêra' sobre 'Cravo') é predominantemente superficial (camada 0-20cm) e restrito ao raio da projeção da copa das plantas. O manejo com feijão-de-porco, na entrelinha do pomar, associado à subsolagem promove maior comprimento de raízes; o sistema de manejo por métodos mais conservacionistas (feijão-de-porco e roçagem) comparados ao uso de grade, promove menor degradação da fertilidade do solo; os sistemas de manejo não influenciam no crescimento, volume da copa e estado nutricional das plantas cítricas, entretanto, a melhor produtividade do pomar ocorre com o manejo de feijão-de-porco nas águas incorporado com grade no final das águas, associado ao uso de grade no início do período seco, independente da subsolagem.

Termos de indexação – *Cavavalia ensiformis*; produtividade citros; tabuleiros; subsolagem

ABSTRACT

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS. **Tillage systems in Ultisil soil under citrus grove of Sergipe coastal tablelands.** Areia – PB, Agrarian Science Center, UFPB, february 2006. 36p. il. Thesis. Post Graduation Program in Agronomy. Adviser: Prof. Ph.D. Ivandro de França da Silva.

In spite the social and economic importance of citrus on tablelands ecosystem in Northeastern Brazil, specially in Sergipe and Bahia States, the citrus yield is yet very low – one box of 40,8 kg per tree. Among the restrictive factors to the business of Sergipe citrus area, the second most important in Brazil, are outstanding those related to physical and chemical characteristics of the tableland soils – high acidity, low natural fertility and mainly the coercion layers located near by the soil surface. These pedogenetic layers are typical in tableland soils and cause noticeable limitation to soil water and to root system of trees. Doing interrow tillages based in intensive utilization of agricultural machines chiefly harrows, the growers of that region give contribution to increase negative effects of handsettings, resulting in modification in the physical and hydric soil qualities, impairing its fertility and then the grove productivity. The aim of this study was the evaluate hydric and physic properties of the soil under different tillage systems in the interrows to control weeds. The treatments were as follow: 1) Subsoiling and harrowing all over the year; 2) No subsoiling and harrowing all over the year. 3) Mowing in the rainy season (From April to September) and harrowing in the dry season (October to March) with subsoiling. 4) Mowing in rainy season and harrowing in the dry one without subsoiling; 5) Intercropping of jackbean (*Canavalia ensiformis* D.C.) in the rainy season and harrowing in the dry one with subsoiling; .6) Intercropping of jackbean in rainy season and harrowing in dry one without subsoiling. The experiment design was a split-plot randomized block with the treatments as plots and subsoiling depth as subplots. The assay was set for in field early in 1994 in a citrus orchard (Pera orange *Citrus sinensis*, Osbeck on ‘Rangpure’ lime *C. limonia*, Osbeck.) and the physical soil properties were assessed in 2003. By the result it was concluded that the tillage systems green cover, mowing and subsoiling alone or associated with *Canavalia ensiformes*, D.C.- promoted important beneficial modification in the physical and hydric attributes evaluated. It was observed that 80% of the roots were at 0-30 cm in depth and 63% were at 20 cm. The lateral root distribution was 80% corresponding at plant canopy. The combination *C. ensiformis* and subsoiling tended to result longer and deeper in depth citrus roots.

Index terms: *Canavalia ensiformis* Citrus productivity; Coastal tableland; subsoiling.

INTRODUÇÃO GERAL

A unidade de paisagem “tabuleiros costeiros” representada por sedimentos da formação Barreiras é onde estão os solos de tabuleiros. Há cerca de 10 milhões de hectares desses solos somente na faixa litorânea da Região Nordeste, predominando os Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos.

A importância desses solos se deve a boa localização, geralmente na faixa úmida costeira; proximidade das principais capitais da Região Nordeste e por serem solos profundos, textura média e topografia favorável à mecanização agrícola.

No entanto, esses solos têm algumas limitações, são altamente intemperizados, com baixos teores de matéria orgânica, minerais primários, e forte deficiência em fósforo. Possuem ainda uma nítida variação textural com horizontes superficiais arenosos e subsuperficiais mais argilosos. Essa característica impõe também algumas dificuldades ao uso agrícola desses solos devido à baixa retenção de umidade, facilitando rápida perda de água no período de estiagem, com reflexos na produtividade das culturas.

A presença de coesão na subsuperfície desses solos, normalmente encontrada entre 30 e 70cm de profundidade, também afeta o ótimo desempenho desses solos. Fisicamente são solos com densidade alta, baixa porosidade total e macroporosidade e alta microporosidade. Condições de baixa capacidade de retenção de água associada à presença de horizontes coesos promovem modificações na dinâmica da água no perfil, afetando a sua disponibilidade para as plantas.

O sistema radicular das plantas perenes nesses solos, a exemplo das cítricas, tem tendência a superficialização, em função das limitações descritas. Esse fato imprime a necessidade de cuidados no manejo desses solos, considerando a exposição das plantas à rápida perda de umidade do solo, no início do período seco, e à possibilidade de inundação no ambiente das raízes, no período das chuvas.

O uso intensivo de mecanização desordenada com o objetivo de controlar a vegetação espontânea nos pomares dos tabuleiros costeiros, sem considerar aspectos conservacionistas de proteção do solo contra a erosão, na época das chuvas, e não pulverização do solo com gradagens, no período seco, tem levado a perda de matéria orgânica e estrutura desses solos. Além desses aspectos, essa prática de manejo tem elevado os custos nos pomares da região citrícola e está relacionada com a baixa produtividade.

Métodos alternativos de manejo mecânicos de solo (subsolação, rotação) e biológicos (uso de leguminosas) vêm sendo estudados visando: controle da vegetação

espontânea; rompimento da coesão do solo; maior aprofundamento das raízes dos citros; diminuição da densidade do solo; aumento da macroporosidade; melhoria da agregação; melhoria na dinâmica da água no perfil desses solos, assim como maior retenção de água e maior armazenamento.

O manejo do solo por meio de leguminosas tem promovido resultados na melhoria da fertilidade. Isso se deve a maior proteção dos solos com elevação da matéria orgânica, fixação biológica de nitrogênio e reciclagem de nutrientes.

As transformações desses solos com novos métodos de manejo devem refletir no ambiente físico e hídrico, químico e biológico como um todo, e também em melhor desenvolvimento das plantas e maior produtividade.

O objetivo desse trabalho foi testar o efeito do manejo do solo na entrelinha do pomar para controle da vegetação espontânea com grade, roçadeira, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C) na presença e ausência de subsolagem.

ABSTRACT

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS. **Physical and hydraulic properties of an Udistol of coastal tablelands under soil management systems.** Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPA, february 2006. 36p. il. Thesis. Post graduation Program in Agronomy. Adviser: Prof. Dr. Ivandro de França da Silva.

Among the restrictive factors to the business of Sergipe citrus area, the second most important in Brazil, are outstanding those related to physical and chemical characteristics of the tableland soils – high acidity, low natural fertility and mainly the coercion layers located near by the soil surface. These pedogenetic layers are typical in tableland soils and cause noticeable limitation to soil water and to root system of trees. Doing interrow tillages based in intensive utilization of agricultural machines chiefly harrows, the growers of that region give contribution to increase negative effects of handsettings, resulting in modification in the physical and hydric soil qualities, impairing its fertility and then the grove productivity. The aim of this study was the evaluate hydric and physic properties of the soil under different tillage systems in the interrows to control weeds. The treatments were as follow: 1) Subsoiling and harrowing all over the year; 2) No subssoiling and harrowing all over the year; 3) Mowing in the rainy season (From April to September) and harrowing in the dry season (October to March) with subsoiling. 4) Mowing in rainy season and harrowing in the dry one without subsoiling; 5) Intercropping of jackbean (*Canavalia ensiformis* D.C.) in the rainy season and harrowing in the dry one with subsoiling; 6). Intercropping of jackbean in rainy season and harrowing in dry one without subsoiling. The experiment design was a split-plot randomized block with the treatments as plots and subsoiling depth as subplots. The assay was set for in field early in 1994 in a citrus orchard (Pera orange *Citrus sinensis*, Osbeck on Rangpure lime *C. limonia*, Osbeck.) and the physical soil properties were assessed in 2003. By the result it was concluded that the tillage systems which raised the organic matter level - green cover, mowing and subsoiling alone or associated with *Canavalia ensiformes* (L.) D.C.- promoted important beneficial modification in the physical and hydric attributes evaluated.

Index terms: aggregates; bulk density; jackbean; porosity; water retention curve

1.1. INTRODUÇÃO

Os estudos dos solos de tabuleiros costeiros foram iniciados na década de 50 e retomados mais intensamente a partir de 1980. O crescente interesse deve-se, entre outros fatores, a 1) localização predominante na faixa úmida costeira; 2) proximidade de grandes centros consumidores nas principais capitais da Região Nordeste; 3) predominância de solos profundos, textura média e topografia favorável à mecanização agrícola (Souza, 1996, Cintra, 1997; Jacomine, 1996, 2001; Rezende, 2002). Esses são alguns dos principais motivos que tornaram a citricultura uma das mais importantes atividades agrícolas das regiões Centro Sul de Sergipe e Norte da Bahia.

Apesar dessa importância, o desenvolvimento do agronegócio dos citros, nessa região, passa por grandes dificuldades, entre as quais, destacam-se os problemas relacionados aos solos dos tabuleiros que apresentam baixa fertilidade natural, forte deficiência em fósforo e baixos teores de matéria orgânica, saturação por bases, e de cálcio e magnésio em profundidade (Sobral et al., 2000, 2002). Além disso, a baixa profundidade efetiva como consequência da presença de camadas adensadas superficiais, confina o sistema radicular das laranjeiras aos primeiros 20 cm do solo, deixando-o vulnerável a déficits hídricos no período seco e encharcamento no período chuvoso, ambas situações comuns nessa região e que contribuem para reduzir a produtividade da cultura (Cintra e Libardi, 1998). De acordo com Ribeiro et al. (2005), solos com problemas de estruturação, a exemplo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros, tendem a privilegiar o fluxo superficial e a evapotranspiração em lugar da infiltração, o que se traduz, via de regra, na instalação de processos erosivos acentuados e baixo estoque de água para utilização pelas culturas.

Vários atributos dos solos contribuem para intensificar esses efeitos. Araújo Filho (2001), resalta o caráter arenoso da superfície do solo e o argiloso dos horizontes subsuperficiais sobre o rendimento das culturas nos solos dos tabuleiros costeiros, devido à baixa retenção de umidade e elevadas perdas de água por evaporação no período seco. Enquanto Demattê e Vitti (1992), demonstraram preocupações quanto à possibilidade de ocorrer erosão no período das águas por causa dessa diferença textural.

É consenso entre muitos pesquisadores envolvidos com o cultivo de citros nos tabuleiros costeiros que as condições edafoclimáticas dessa região contribuem para a redução

da produtividade e longevidade dos pomares. Para minimizar esses problemas, recomenda-se, como regra geral, que o manejo do solo seja direcionado, preferencialmente, para conservação e armazenamento da água com o intuito de manter por mais tempo a umidade do solo em níveis que atendam as necessidades das plantas (Carvalho, 2004; Souza, 1996; Rezende et al., 2002).

Calegari e Medeiros (2001) fazem referência sobre a mecanização intensiva e inadequada no preparo e manejo dos solos, principalmente no sul e sudeste do país, prática que dominou a atividade agropecuária por longo tempo resultando na degradação dos solos por erosão, problemas de infiltração de água e diminuição gradativa da produtividade. A partir da década de 70, técnicas de manejo do solo mais sustentáveis com pouco ou nenhum revolvimento do solo têm sido bem sucedidas no controle da erosão e melhoria nas propriedades físicas do solo com incremento na matéria orgânica, porosidade e biodiversidade do solo. Nos tabuleiros costeiros do Nordeste, essas preocupações passaram a ter maior peso a partir da década de 80 quando estudos sobre o manejo do solo com implementos agrícolas e adição de matéria orgânica nos sistemas produtivos passaram a ser intensificados.

O efeito de sistemas de manejo sobre atributos físicos do solo em pomar de citros foi estudado por Cintra et al. (1983), os quais verificaram que o uso de vegetação nativa roçada na entrelinha do pomar não incorporou ganhos em produtividade, apesar das melhorias promovidas em atributos do solo tais como, porosidade e matéria orgânica. Esses autores ressaltaram que esses resultados devem estar relacionados à elevada concorrência por água e nutrientes, promovida pela vegetação nativa no período seco. Relato semelhante foi feito por Magalhães (1994) em relação ao uso de leguminosa perene, no manejo do solo em pomar de citros, onde o autor também atribuiu à concorrência por água e nutrientes, promovida pelas leguminosas perenes, a baixa produtividade obtida pelas laranjeiras nesse tipo de manejo.

Estudos conduzidos por Weber (1991) ressaltam que para se obter bons resultados com o uso de leguminosas é necessário que as espécies utilizadas sejam bem manejadas nas entrelinhas dos pomares. Esse autor menciona resultados de ensaio de longa duração conduzido por Passos et al. (1973), no qual foi demonstrado que o uso de leguminosas esteve entre os melhores tratamentos. No Paraná, também em estudos de longa duração, conduzidos por Neves (1998), concluiu-se que o uso de leguminosas, em pomar de tangerina `Poncan`, promoveu elevação da matéria orgânica de 29 g/kg para 35,3 g/kg com reflexo no rendimento da cultura.

Com relação à subsolagem, na década de 90, várias instituições intensificaram as pesquisas com esse implemento com o objetivo de aumentar a profundidade efetiva dos solos, melhorar as propriedades físicas e químicas, a produção e longevidade dos pomares. Carvalho e Vargas (2004), relatam que o uso de subsolagem promoveu melhoria das condições físicas do solo como maior retenção de água, elevação na porosidade total, macroporosidade, e redução na microporosidade e na densidade do solo. Nos solos dos tabuleiros costeiros da Bahia, Santos (1992), observou apenas a influência da subsolagem na linha de passagem da haste do subsolador, enquanto Demattê e Vitti (1992), afirmam que o manejo com subsolagem em pomares de citros em São Paulo, não apresentou qualquer efeito um ano após o seu uso. Também em São Paulo, Lima et al. (2000), não verificaram influência da subsolagem e plantio de feijão-de-porco, nas propriedades físicas do solo na entrelinha do pomar. Pode-se observar que o uso de subsoladores carece de mais pesquisas para avaliação dos efeitos dessa prática no solo e nos sistemas de cultivo, em virtude da grande variabilidade dos resultados que tem sido obtidos.

O objetivo desse trabalho foi analisar a influência de sistemas de manejo do solo com grade, roçadeira e leguminosa (*Canavalia ensiformis* L.) na presença e ausência de subsolagem, em atributos físicos e hídricos de solo coeso dos tabuleiros costeiros, cultivado com citros.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve início em 1994, quando foi implantado um pomar de citros com copa de laranja 'Pêra' D6 (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*, Osbeck.), no Campo Experimental de Umbaúba (CEU) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, no município de Umbaúba-Sergipe, cujas coordenadas geográficas locais são 11°22'37" S, 37° 40' 26" W, altitude média de 109 m e o clima, caracterizado segundo a classificação de Köppen, é do tipo As', tropical chuvoso com verão seco (Jacomine et al., 1972).

Dados climáticos de 11 anos de observação indicaram temperatura média de 24,1°C, umidade relativa de 81,4 % e precipitação pluvial média anual de 1.317,9 mm. O solo local é classificado como PODZÓLICO ACINZENTADO distrófico com fragipã Tb A fraco textura media fase floresta subperenifolia relevo plano, de acordo com descrição em trabalho de tese de Cintra (1997), e atualmente classificado como ARGISSOLO ACINZENTADO (EMBRAPA, 1999). Os resultados das análises de fertilidade e textural do solo, determinadas conforme EMBRAPA (1997), são apresentados nas tabelas 1.1 e 1.2, respectivamente.

Tabela 1.1- Análise da fertilidade do solo nas profundidades 0-20 e 20-40cm, em 1994¹

Profundidade	Determinações							
	M.O.	pH	Ca +Mg	Ca	Mg	Al	P	K
Cm	g kg ⁻¹	água	----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- mg kg ⁻¹ -----		
0-20	3,46	5,23	2,35	1,03	1,32	0,05	2,37	52,18
20-40	2,41	5,12	1,50	0,75	0,75	0,12	1,47	39,33

Tabela 1.2- Análise textural do solo da área experimental até 80cm de profundidade²

Profundidade	Frações granulométricas								Classificação Textural
	AMG	AG	AM	AF	AMF	A.Total	Silte	Argila	
Cm	----- g kg ⁻¹ -----								
0-20	40,0	193,5	268,7	188,9	41,9	733,0	105,5	161,5	Franco arenosa
20-40	33,9	152,1	224,5	205,8	36,4	652,7	110,1	237,2	Franco argilo arenosa
40-60	35,8	132,3	185,0	183,0	37,8	573,9	126,6	299,5	Franco argilo arenosa
60-80	29,7	121,0	174,2	168,0	41,7	534,6	160,4	305,0	Franco argilo arenosa

² AMG-areia muito grossa; AG-areia grossa; AM-areia média; AF-areia fina; AMF-areia muito fina; A.total-areia total.

¹Análise realizada no laboratório de Física do Solo e Água da Embrapa Tabuleiros Costeiros, segundo Embrapa, 1997.

Os tratamentos utilizados na pesquisa foram: 1) gradagem no período das águas (abril a setembro) e no período seco (outubro a março), na presença de subsolagem; 2) gradagem no período das águas e no período seco, na ausência de subsolagem; 3) roçagem no período das águas e gradagem no período seco, na presença de subsolagem; 4) roçagem no período das águas e gradagem no período seco, na ausência de subsolagem; 5) plantio de feijão-de-porco no período das águas e gradagem no período seco, na presença de subsolagem; 6) plantio de feijão de porco no período das águas e gradagem no período seco, na ausência de subsolagem.

No período seco, os tratamentos com grade foram aplicados na entrelinha quando a vegetação espontânea atingia 20 cm de altura, e no período das águas os tratamentos com grade e roçagem foram aplicados quando a vegetação espontânea atingia 50 cm. Nas linhas do pomar o controle da vegetação espontânea foi feito à base de herbicida pós-emergente, à base de glifosate, em dose de 1% v/v, que foi aplicado no início do período seco (set-out) e no início do período das águas (abr-maio).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições em esquema experimental de parcela subdividida, estabelecendo-se nas parcelas os seis tratamentos e nas subparcelas as profundidades do solo. As plantas de laranjeira 'Pêra' sobre limão 'Cravo' foram distribuídas na área experimental, obedecendo ao espaçamento de 6,0 m x 3,5 m.

Cada parcela com área de 420m² (24 m x 17,5 m), apresentou área útil de 126 m² (12 m no sentido da entrelinha e 10,5 m no sentido da linha). Considerando 6 tratamentos e 3 repetições, a área experimental foi de 0,756 ha. As 6 plantas úteis de cada parcela foram circundadas por 14 plantas bordaduras.

A subsolagem foi realizada em dois períodos, 1,5 ano após a implantação do pomar, em março de 1996, e aos 5,5 anos da implantação do pomar, em março de 2000, respectivamente. O subsolador (modelo DMB) foi utilizado com 2 hastes subsoladoras inclinadas, distantes 0,70 m entre si e aplicadas numa profundidade de 0,5m, com o solo a 10% de umidade gravimétrica média até 0,60 m de profundidade.

A primeira subsolagem foi realizada numa faixa de 4 m de largura nas entrelinhas das plantas com espaçamento de 6 m, mantendo distância de 1m do tronco da planta, em cada linha. A segunda subsolagem foi realizada numa faixa de 3 m de largura na entrelinha, devido à distância de 1,5 m de raio de proteção de cada planta.

O pomar foi implantado em área recém desmatada, preparada com aração e gradagem, após a destoca e limpeza de raízes. A calagem foi realizada 3 meses antes da implantação. Também foi adicionado no fundo da cova 1kg de calcário dolomítico e 0,3 kg de superfosfato

simples. As mudas foram plantadas em covas de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, espaçadas de 6,0 m entre linhas e 3,5 m entre plantas na linha.

Foram realizadas coletas de amostras de solo para as determinações analíticas, sendo amostras deformadas para análise granulométrica e de densidade de partícula e amostras indeformadas para curva de retenção de água; macro e microporosidade e densidade do solo. As amostras indeformadas foram coletadas com aparelho tipo Uhland, cujos anéis volumétricos tinham 53,7 mm de diâmetro e altura de 59,9 mm. Cada anel era composto por três partes, sendo utilizada a parte central para evitar danos à estrutura. As profundidades de coletas foram: 0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm e 60-80 cm.

A coleta de amostra para as análises de agregados foi realizada com pá reta, a cada 5 cm, até 20cm. Os blocos foram desmanchados manualmente com leve pressão e passados em peneira de 4mm. Os agregados foram imediatamente colocados em lata bem fechada para evitar a perda de umidade e levados para o laboratório de Física do Solo e água da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

A análise de agregado via úmida foi adaptada do método da Embrapa 1997. Amostras de 25 g foram transferidas para um conjunto de 4 peneiras com os seguintes diâmetros de malha: 4,76 a 2 mm; 2 a 1 mm; 1 a 0,5 mm e 0,5 a 0,25 mm. A separação dos agregados foi obtida por agitação em água através do aparelho de oscilação vertical (42 oscilações/minuto). O conteúdo de cada peneira foi levado para estufa a 105°C. Com o peso seco e descontado o teor de areia, foi obtida a massa total de agregados em cada uma das classes que somadas resultam na percentagem total de agregados. A percentagem de agregação foi obtida subtraindo-se a percentagem total de agregados da percentagem total de areia. A porcentagem total de agregados estáveis foi obtida multiplicando a % de agregação por 100, dividindo pela porcentagem total de agregados. A obtenção do diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) foi realizada de acordo com Youker e McGuinness (1957).

As análises granulométrica e de densidade do solo (Ds), bem como as determinações de química e fertilidade do solo: pH, P, K Ca, Mg e carbono orgânico, foram realizadas segundo EMBRAPA (1997).

A análise das curvas de retenção de água foi realizada com amostras indeformadas nas seguintes tensões -1, -4, -6, -10, -33, -100, -500 e -1500 kPa. Os equipamentos utilizados na determinação foram o funil de placa porosa para as tensões -1, -4, -6 e -10 kPa, e as câmaras de pressão de Richards para as tensões -33, -100, -500 e -1500 kPa, de acordo com

EMBRAPA (1997). Com os valores de umidade associados às tensões aplicadas foram obtidos os parâmetros da equação proposta por van Genuchten (1980):

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha |\phi_m|)^n \right]^m}$$

Onde: θ é a umidade volumétrica ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); θ_r é a umidade residual ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); θ_s é a umidade de saturação ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); ϕ_m é o potencial mátrico (kPa) e α , m e n são os parâmetros empíricos da equação. O ajuste das curvas foi feito utilizando programa de computador, desenvolvido por Dourado Neto et al. (1990).

A macroporosidade foi estimada subtraindo o teor de água do ponto de saturação pelo teor de água obtido na tensão de 6 kPa, o que equivale a poros com diâmetro de 50 μm . A microporosidade correspondeu a poros com diâmetro menor que 50 μm . A classificação do diâmetro dos poros do solo foi realizada da seguinte forma: a) poros $\geq 50\mu\text{m}$ – diferença entre valor da porosidade total e a umidade volumétrica obtida na tensão de 6kPa; b) poros entre 50 e 30 μm – umidade volumétricas entre 6 kPa e 10 kPa; c) poros entre 33 e 10 μm - umidade volumétrica entre 10 kPa e 30 kPa; d) poros entre 10 e 3 μm – umidade volumétrica entre 30 kPa e 100 kPa; e) poros entre 3 e 0,2 μm - umidade volumétrica entre 100 e 1500 kPa; f) poros $\leq 0,2 \mu\text{m}$ – umidade volumétrica na pressão de 1500 kPa. (Carvalho et al, 1999)

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada em parcela subdividida, sendo os seis tratamentos considerados como parcelas e as quatro profundidades 0-20cm; 20-40cm; 40-60 cm e 60-80 cm, como subparcelas. Foi realizada análise da variância da densidade do solo e do teor de matéria orgânica. A comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As análises foram feitas utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 1999).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1. Densidade do solo

A densidade do solo (Ds) apresentada na tabela 1.3, para diferentes profundidades analisadas, mostra-se elevada em todos os sistemas de manejo, quer na ausência ou presença da subsolagem não havendo diferença significativa ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo testados. Com exceção dos sistemas com grade, houve tendência para redução de valores nos tratamentos com subsolagem, até 40 cm, área de maior efeito da subsolagem, como prática recuperadora de propriedades físicas do solo.

Verifica-se na tabela 1.3 que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo. Entretanto, dentro de alguns sistemas de manejo, ocorreu redução significativa da Ds em profundidade, possivelmente devido a elevação do teor de argila, conforme observaram Maia e Ribeiro (2004) em solo dos tabuleiros costeiros de Alagoas. Os altos valores de Ds correspondem aos encontradas em solos dos tabuleiros costeiros por Souza (1996); Cintra (1997); Paiva (2000); Araújo Filho (2003); Souza et al.(2003) e Lima (2004). Apesar de não ter ocorrido diferença significativa ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo, o sistema roçadeira com subsolagem teve tendência a menor Ds na camada 0-20 cm, possivelmente, em função do maior teor da M.O. originada da vegetação espontânea.

Tabela 1.3. Densidade do solo (Ds) nas camadas avaliadas, após 10 anos de manejo

Tratamentos	Profundidade do solo – cm			
	0-20	20-40	40-60	60-80
	----- kg dm ⁻³ -----			
Grade com subsolagem	1,67aA	1,64aA	1,64aA	1,55aB
Grade sem subsolagem	1,65aA	1,69aA	1,56aB	1,52aB
Roçadeira com subsolagem	1,62aA	1,65aA	1,66aA	1,59aA
Roçadeira sem subsolagem	1,65aAB	1,67aA	1,63aAB	1,57aB
Feijão-de-porco com subsolagem	1,67aA	1,66aA	1,60aAB	1,57aB
Feijão-de-porco sem subsolagem	1,68aA	1,67aA	1,63aA	1,61aA

CV_{1(tratamento)}=4,66% ; DMS-0,1251± 0,0287 ; CV_{2(profundidade)}=2,28% ; DMS-0,082± 0,02

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna ou maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem significativamente ($P>0,05$) pelo teste de Tukey

Araújo Filho (2003) relata valores de densidade de solo (Ds) em 3 perfis da classe Argissolo Acinzentado, nos quais a menor Ds foi de $1,63 \text{ kg dm}^{-3}$ (Ap-profundidade 0-7cm) e $1,61 \text{ kg dm}^{-3}$ (horizonte AE profundidade 17-35cm), decrescendo em profundidade. Os demais perfis tiveram Ds $1,78$ e $1,70 \text{ kg dm}^{-3}$ nas camadas superficiais (0-18cm). Esses valores altos de densidade de solo estão condizentes com afirmação do próprio pesquisador de que a Ds média dos solos coesos dos tabuleiros está situada entre $1,5$ e $1,8 \text{ kg dm}^{-3}$.

Observações nesse sentido também foram abordadas por Lima (2004) em estudo sobre coesão em solos de tabuleiros costeiros do Ceará. Menciona que os Latossolos Amarelos de Alagoas apresentam a Ds menor que a média dos Argissolos Acinzentados coesos, que no Ceará apresentam Ds de $1,75 \text{ kg dm}^{-3}$. Para os solos dos tabuleiros de Sergipe, o maior valor encontrado foi de $1,72 \text{ kg dm}^{-3}$. Segundo Souza et al. (2003), a Ds elevada do Argissolo Acinzentado nos tabuleiros, comparado ao Latossolo Amarelo e ao Argissolo Amarelo, está mais relacionada à textura mais arenosa do Argissolo Acinzentado enquanto os outros têm mais argila e menor Ds. Por essa razão esses autores não aconselham interpretações isoladas da Ds para o diagnóstico da coesão nesses solos.

Na Figura 1.1 estão apresentadas as curvas de densidade do solo nos sistemas de manejo com subsolagem e sem subsolagem. Verifica-se que a subsolagem deixou muito próximos os valores desse atributo ($1,64$ a $1,66 \text{ kg dm}^{-3}$), entre 20 e 40 cm de profundidade, zona onde, em geral, se localiza a camada coesa. Entretanto, nos sistemas sem subsolagem, nessa profundidade a densidade do solo foi praticamente a mesma nos tratamentos com leguminosa e roçadeira (em torno de $1,66 \text{ kg dm}^{-3}$) enquanto que no tratamento com grade foi mais elevada, ao redor de $1,69 \text{ kg dm}^{-3}$. Esses valores de Ds na faixa $1,66$ a $1,69 \text{ kg dm}^{-3}$ são bem mais elevados para o limite máximo ($1,4 \text{ kg dm}^{-3}$) considerado adequado para as plantas cítricas (Oliveira, 1991). Mesmo nessas densidades de solo, os sistemas que incorporam material orgânico ao solo tendem a menor Ds, enquanto o sistema com grade, ao contrário, contribuiu para elevar ainda mais a Ds nessa profundidade.

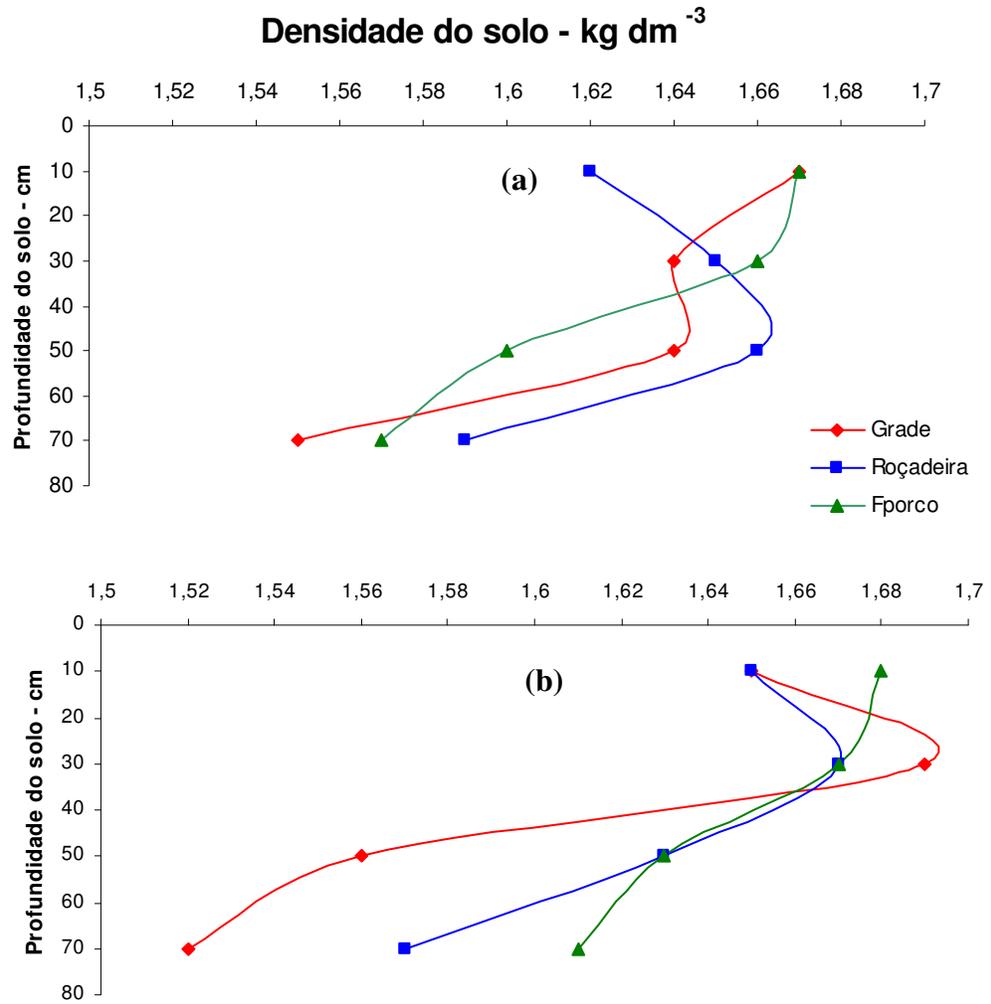


Figura 1.1. Densidade do solo em função da profundidade do solo nos sistemas de manejo com grade, roçadeira e leguminosa a) na presença e b) ausência de subsolagem

1.3.2. Porosidade total (PT), macroporosidade (Mp) e microporosidade (mp)

A porosidade total média, na profundidade de 0 a 40cm, foi mais elevada nos sistemas de manejo com subsolagem (Figura 1.2). Dentre os sistemas de manejo com subsolagem, o uso de leguminosa teve cerca de 3% a mais de porosidade total. Carvalho e Vargas (2004) também relataram elevação da porosidade total, em manejo com subsolagem associada ao cultivo de citros com leguminosas nos estados da Bahia e São Paulo. Os valores mínimo e máximo de porosidade total observados, $0,34 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e $0,41 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente, estão de acordo com os obtidos por Souza (1996), Cintra & Libardi (1998) e Lima et al. (2005) para solos de tabuleiros costeiros.

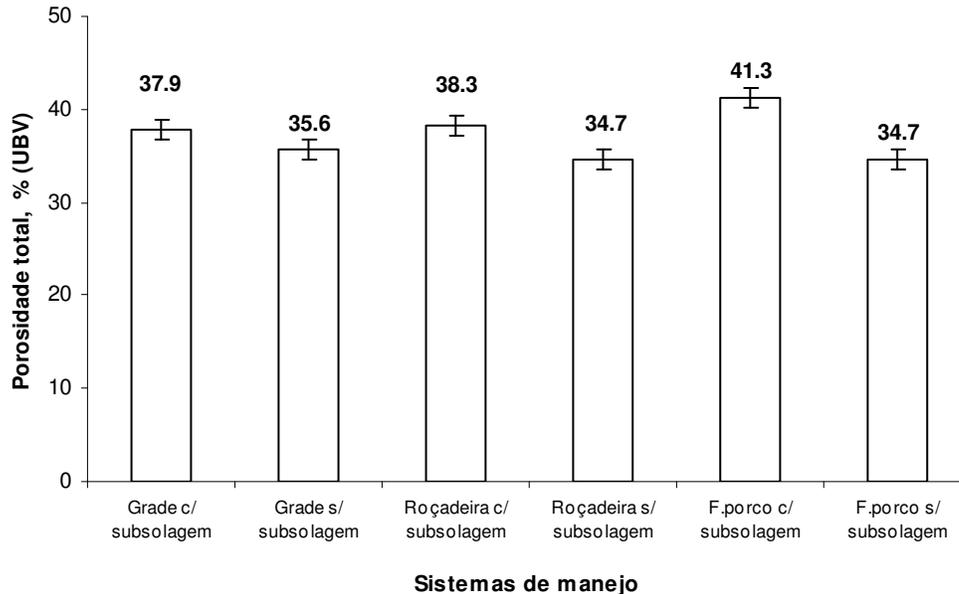


Figura 1.2. Média da porosidade total do solo na profundidade de 0 a 0,4 m nos sistemas de manejo na presença e ausência de subsolagem.

Nas Figuras 1.3 e 1.4, são apresentados os efeitos dos sistemas de manejo com e sem subsolagem na distribuição de classe de diâmetro dos poros em relação à porosidade total do solo nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente. A média geral de todos os tratamentos com subsolagem entre 0 e 20 cm (Figura 1.4) está em torno de 43% de poros maiores que $50 \mu\text{m}$ (macroporos), enquanto que os menores que $50 \mu\text{m}$ (microporos) situam-se ao redor de 57% da porosidade total. Já nos sistemas sem subsolagem para essa mesma

profundidade, a média ficou na faixa de 33% para macroporos e 67% para microporos, em relação à porosidade total. Verifica-se a partir desses dados, uma diferença de 10 % a mais de macroporos ($> 50 \mu\text{m}$) em favor dos sistemas com subsolagem, demonstrando efeito dessa prática no aumento do tamanho dos poros em relação aos sistemas sem subsolagem.

Com relação aos sistemas de manejo, verifica-se ainda nas figuras 1.3 e 1.4 que o uso de leguminosa (feijão de porco) com subsolagem, foi comparativamente aos sistemas com roçadeira e grade, o que proporcionou maior percentagem de poros grandes 48% e 46% nas camadas 0 a 20 e 20 a 40 cm, respectivamente.

Na média dos tratamentos sem subsolagem, a macroporosidade foi mais baixa e a microporosidade mais elevada, tendência inversa a observada na presença de subsolagem. Na comparação entre os sistemas sem subsolagem tanto na figura 1.3 como na 1.4 observa-se tendência de superioridade do sistema com grade na proporção de poros grandes, em relação a roçagem e leguminosa.

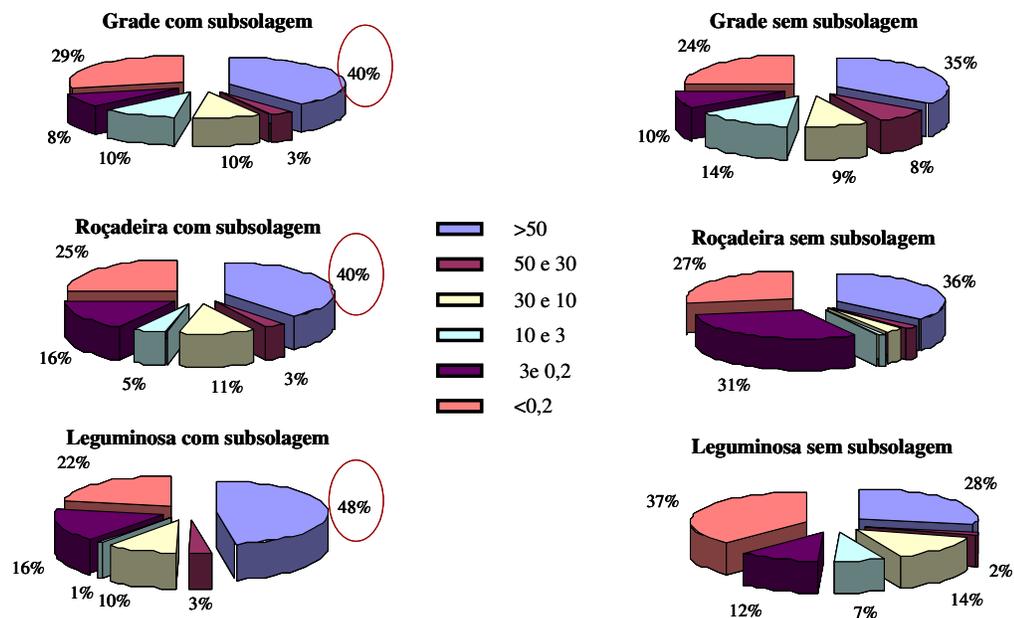


Figura 1.3. Distribuição do tamanho dos poros nas classes de diâmetros: $>50\mu\text{m}$, 30- $50\mu\text{m}$, 10-30 μm , 0,3 a 10 μm , 0,2 a 3 μm e $< 0,2\mu\text{m}$ na profundidade de 0 a 20cm.

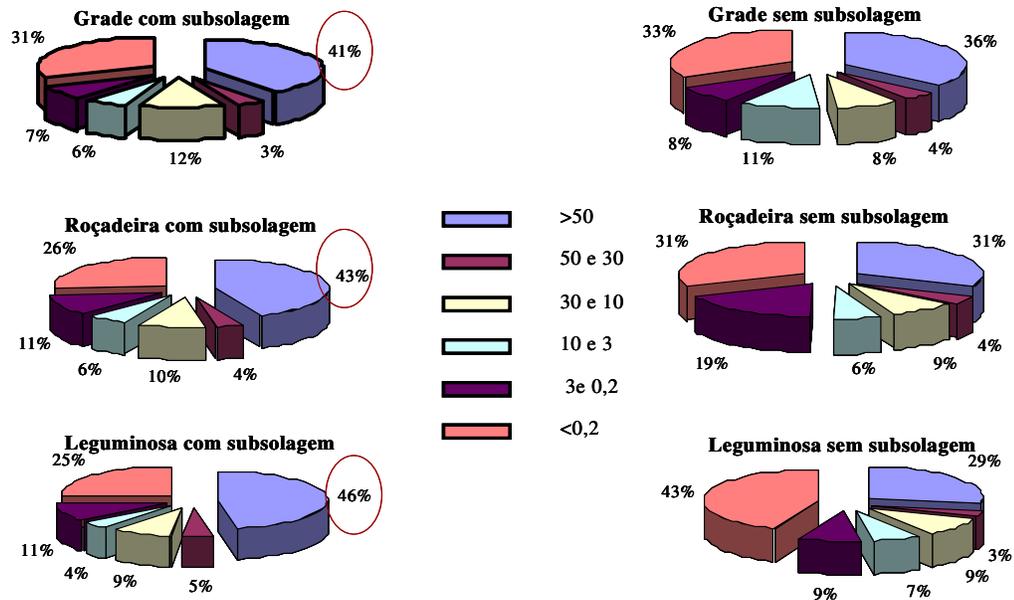


Figura 1.4 Distribuição do tamanho dos poros nas classes de diâmetros: $>50\mu\text{m}$, $30\text{-}50\mu\text{m}$, $10\text{-}30\mu\text{m}$, $0,3$ a $10\mu\text{m}$, $0,2$ a $3\mu\text{m}$ e $< 0,2\mu\text{m}$ na profundidade de 0 a 40cm.

Com base nos resultados apresentados nas figuras 1.3 e 1.4, pode-se inferir que a subsolagem contribuiu para potencializar o efeito da matéria orgânica adicionada pelos sistemas com roçagem e leguminosa e que, na ausência dessa prática, essa tendência deixou de existir, motivo pelo qual o uso da grade resulta em maior percentagem de poros grandes.

Na análise da distribuição de microporos, observa-se nessas figuras, grande percentual de poros com diâmetro abaixo de $0,2\mu\text{m}$ (correspondente à tensão de -1500 kPa). A grande quantidade de poros com esse diâmetro pode ter relação com a drenagem imperfeita, observada nas principais classes de solos dos tabuleiros costeiros, principalmente nos Argissolos Acinzentados (Jacomine, 2001; Maia e Ribeiro, 2004; Lima et al., 2005). Este elevado percentual de poros com diâmetro abaixo de $0,2\mu\text{m}$ pode também estar relacionado com os elevados teores de areia média (diâmetro entre $0,5$ e $0,25\text{mm}$) e areia fina (diâmetro entre $0,25$ e $0,1\text{mm}$) em relação à fração arenosa do solo. Segundo Souza (1996), essa particularidade contribui para a obstrução de poros, menor infiltração de água e maior possibilidade de erosão do solo.

1.3.3. Matéria orgânica

Houve decréscimo expressivo do teor de matéria orgânica (M.O.), na camada 0-20 cm, após o desmatamento, em 1993, (Tabela 1.4) que originalmente era elevado, com 34,6 g kg⁻¹. Segundo Fontana et al. (2005) a textura mais arenosa das camadas superficiais desses Argissolos, associada à maior atividade biológica, favorece a rápida decomposição da M.O., promovendo a predominância de C orgânico humificado.

A média do teor de M.O. na camada de 0-20cm, independente da subsolagem ficou: 23,2g kg⁻¹ no sistema de manejo com roçadeira; 22,0g kg⁻¹ no sistema de manejo com feijão de porco e 19,4g kg⁻¹, no sistema de manejo com grade. Esse menor teor de M.O. no sistema de manejo com grade, confirma a sua contribuição na redução da M.O. do solo, com tendência de degradação do solo, o qual, segundo Denardin et al. (2001), quando utilizado intensivamente e na mesma profundidade, provoca a degradação estrutural e elevação da susceptibilidade à erosão, pulverizando a camada 0-6 cm e adensando de 6 a 20 cm. O oposto ocorre em relação aos sistemas de manejo com roçadeira e com leguminosa, confirmando os resultados de Cerri e Moraes (1992) de que a M.O. do solo é fortemente influenciada pelo uso e manejo do solo.

Tabela 1.4. Conteúdo de matéria orgânica na camada de 0 a 20cm, após nove anos de utilização sob sistemas de manejo na ausência e presença de subsolagem

TRATAMENTOS	Profundidade – cm				
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-20, média
	----- g dm ⁻³ -----				
Grade com subsolagem	22,3aA	20,0aA	18,7aA	14,7aA	18,9 ^a
Grade sem subsolagem	29,3aA	21,3aAB	15,7aB	13,0aB	19,8 ^a
Roçadeira com subsolagem	33,7aA	26,0aAB	23,7aAB	18,5aB	25,4 ^a
Roçadeira sem subsolagem	22,7aA	15,3aA	21,7aA	24,0aA	20,9 ^a
Feijão-de-porco c/ subsolagem	23,3aA	23,7aA	19,3aA	22,7aA	22,2 ^a
Feijão-de-porco s/ subsolagem	34,0aA	17,7aB	19,0aB	16,0aB	21,7 ^a
Média por profundidade	27,5	20,7	19,7	18,1	21,5
	CV _{1(tratamento)} =10,58% ; CV _{2(profundidade)} = 9,13%				

Valores das médias com minúsculas iguais na mesma coluna ou maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem significativamente (P>0,05) pelo teste de Tukey

Antes do desmatamento, o teor de matéria orgânica na camada 0-20cm da área estudada encontrava-se com valor superior a 25 g kg^{-1} , classificado como alto segundo escala apresentada por Tomé Junior (1997), passando, após 10 anos de uso, para a faixa média 15 a 25 g kg^{-1} .

Não houve diferença significativa no teor de M.O. na camada 0-20 cm entre os tratamentos, na ausência e presença da subsolagem, cujos valores foram $22,2 \text{ g kg}^{-1}$ e $20,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, independente do sistema de manejo adotado. O decréscimo do teor original de matéria orgânica ocorreu em todos os sistemas de manejo adotados. Sanches et al. (1999) também observaram impacto da implantação de citros em área considerada virgem.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos em cada profundidade (coluna), entretanto, ocorreu diferença entre a média geral da camada 0-5cm em relação às demais. Nessa camada (0-5 cm) há maior adição de M.O. pela deposição de material orgânico proveniente de folhas e galhos, e maior atividade microbiana em função do arejamento, temperatura e conteúdo de água.

Esse decréscimo significativo ($P < 0,05$) do teor de M.O. em profundidade também ocorreu nos sistemas de manejo com maiores teores de M.O. na camada mais superficial (roçadeira com subsolagem, feijão-de-porco sem subsolagem e grade sem subsolagem), principalmente entre a camada mais superficial (0-5 cm) e a última (15-20 cm).

Embora o uso do solo após 10 anos tenha promovido queda acentuada do teor original da matéria orgânica, o controle do mato na entrelinha do pomar por meio de métodos conservacionistas de solo (roçagem e uso de feijão de porco), tenderam a manter maiores os teores de matéria orgânica no solo, comparados ao sistema de manejo com grade. Esse resultado está de acordo com Reeves (1997) que em relato sobre o papel da matéria orgânica na qualidade do solo em áreas com cultivo intensivo, afirma que o manejo conservacionista do solo mantém ou até mesmo incrementa o carbono orgânico. O decréscimo da M.O. pelo uso da grade também foi observado por Carvalho (2000), Denardin et al. (2001) e Carvalho (2004).

1.3.4. Agregados e matéria orgânica do solo

O sistema de manejo com grade e sem subsolagem, apresentou as mais baixas percentagens totais de agregados, enquanto que os sistemas de manejo com feijão de porco e com roçadeira foram similares e tiveram os maiores percentuais (Figura 1.5a) Carpenedo e Mielniczuk (1990) relatam redução de valor de agregação do solo quando manejado com grade, em comparação com o solo sob mata. A grade promove redução da matéria orgânica

por facilitar a sua decomposição e reduzir a sua persistência no solo, contribuindo assim para reduzir a estabilidade dos agregados do solo, uma vez que a matéria orgânica é a principal fonte de energia para a atividade microbiana e está relacionada com a estabilidade dos agregados do solo (Campos et al., 1995).

A subsolagem, por sua vez, promoveu tendência de mudanças entre os sistemas de manejo, nas camadas até 10cm, com diminuição da percentagem total de agregados nas parcelas do sistema de manejo com feijão-de-porco e elevação nas parcelas com os tratamentos grade e roçadeira (Figura 1.5 b). Isso ocorre, possivelmente, devido a qualidade da fitomassa da vegetação espontânea com presença de gramíneas e outras espécies com relação C/N mais alta cuja mineralização foi mais favorável à elevação da percentagem total de agregados. A fitomassa do feijão-de-porco entretanto, pode ter sido mais rapidamente mineralizada devido a relação C/N baixa. Sobre as gramíneas, Silva & Mielniczuk (1997) relatam pesquisa sobre a influência de sistema radicular dessas plantas na estabilização de agregados e observaram alta correlação das raízes das gramíneas com os agregados do solo, principalmente por promoverem melhor agregação.

Esses resultados convergem com os relatados por Castro Filho et al. (1998), em pesquisa com o plantio direto, onde ocorreu acúmulo de material vegetal na superfície do solo, incrementando a matéria orgânica e aumentando a agregação do solo na camada 0-10 cm.

A presença ou ausência da subsolagem, apresentou pouca influência na percentagem total de agregados na camada de 10-20 cm, porém manteve a tendência dos sistemas de manejo com grade e roçadeira na apresentação dos menores e maiores percentuais, respectivamente. O sistema de manejo utilizando o feijão-de-porco apresentou resultados intermediários.

Os resultados referentes à percentagem de agregação (Figura 1.5 c,d); percentagem de agregados estáveis em água (Figura 1.6 e,f) e diâmetro médio ponderado (DMP) (Figura 1.5g,h), foram semelhantes aos obtidos na percentagem total de agregados, isto é, sistema de manejo com roçadeira apresentou as maiores percentagens, enquanto que o sistema de manejo, utilizando a grade, ficou com as menores. Certamente, a presença de gramíneas incorporadas em maior quantidade pelo sistema de manejo com roçadeira, favoreceu tanto a agregação, como a estabilidade dos agregados do solo e no DMP dos agregados, conforme observaram Silva e Mielniczuk (1998).

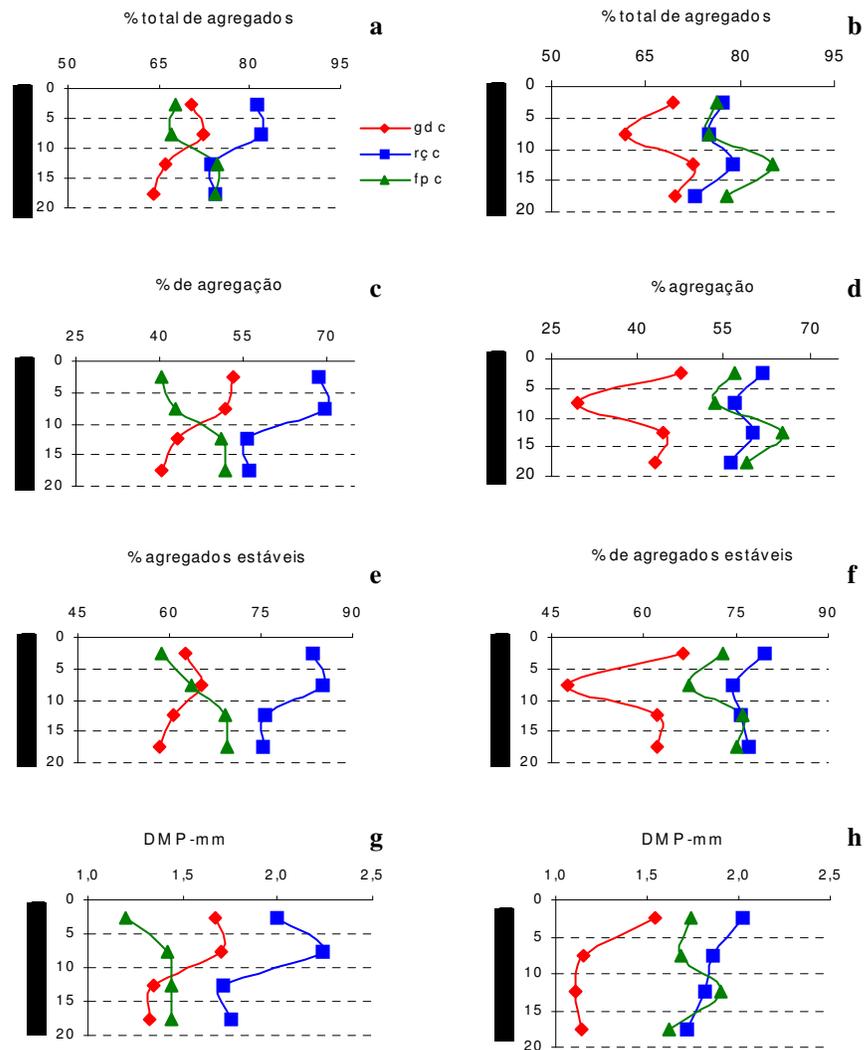


Figura 1.5- Efeito dos sistemas de manejo com subsolagem (a,c,e,g) e sem subsolagem (b,d,f,h), na % total de agregados; % de agregação, % de agregados estáveis e diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP)

Quanto aos teores de matéria orgânica (Figura 1.6.), estes variaram nas faixas classificadas como baixa e média, de acordo com os valores de referência apresentados pela Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (1999).

Nos sistemas de manejo sem subsolagem, na camada de 0-5 cm, o sistema de manejo com feijão-de-porco apresentou tendência para o maior teor de M.O., seguido do sistema grade e do sistema de manejo com roçadeira. Com a subsolagem, a ordem muda, o sistema roçadeira apresenta maior teor, seguido pelo feijão-de-porco e, por último, o sistema grade, na camada 0-5 cm. A ação de revolvimento superficial do solo pela grade, no sistema grade o ano inteiro e também a gradagem de incorporação no sistema com feijão-de-porco, promovem maior mineralização da M.O. proveniente da vegetação espontânea, e do feijão-de-porco. Já nos sistemas com subsolagem, há maior incorporação do mato proveniente do sistema com roçadeira.

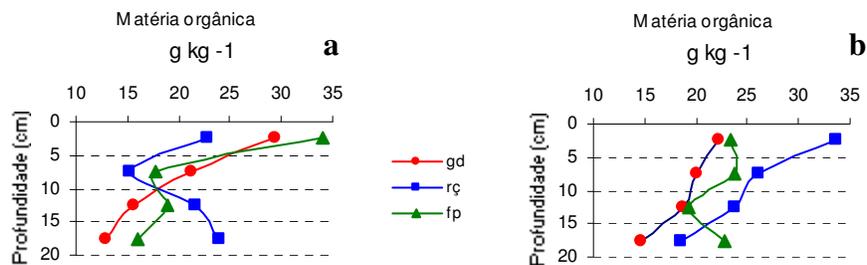


Figura 1.6 Distribuição da matéria orgânica na profundidade de 0-20cm do solo, sob diferentes sistemas de manejo, na ausência (a) e presença (b) da subsolagem.

Pela distribuição das classes de tamanho de agregados do solo nos diferentes sistemas de manejo do pomar, percebe-se que a maior percentagem dos agregados corresponde a classe de tamanho 4-2 mm. Verifica-se que o sistema de manejo com roçadeira é superior ao sistema com leguminosa, que por sua vez, supera a grade (Figura 1.7a). Na profundidade do solo até 10 cm, o sistema com roçadeira resultou em 50 % dos agregados na classe 4-2 mm, enquanto a grade teve cerca de 30 % dos agregados e o feijão-de-porco ficou na posição intermediária.

Esse resultado com grande percentagem de agregados na classe 4-2mm, leva a crer que o manejo adequado do solo com citricultura pode contribuir para a melhoria física e proteção do solo contra a erosão. Neves (1998) cita resultado de pesquisa sobre estabilidade de agregados em 3 sistemas, mata, culturas anuais e pomar de citros, concluindo que a

estabilidade dos agregados do pomar foi superior a dos cultivos anuais e menor que a do solo sob a mata.

Na figura 1.7 d é possível verificar que o sistema de manejo com grade apresenta maior percentual nas classes de diâmetro de agregado de menor tamanho (microagregados >0,25 mm), o que pode ser explicado pela ação mecânica dos discos em desfazer os agregados através dos cortes inerentes a essa operação.

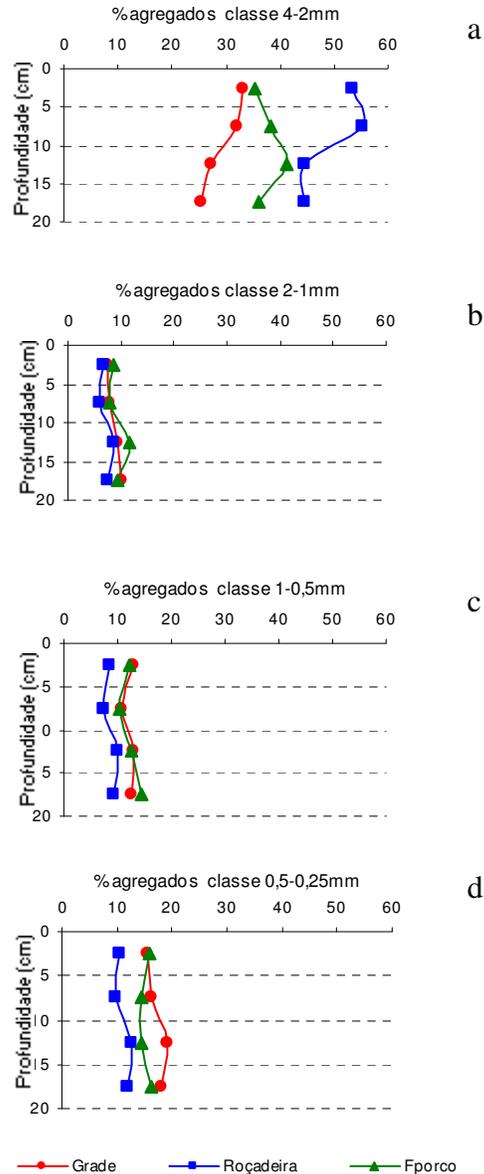


Figura 1.7. Distribuição de agregados por classe de diâmetro nos sistemas de manejo, independentes do uso de subsolagem, em camadas de 5 em 5 cm até a profundidade de 20 cm.

1.3.5. Curva de retenção de água

De forma geral, não ocorreram diferenças marcantes nas curvas de retenção de água entre os sistemas de manejo com grade e com roçadeira na presença e ausência de subsolagem (Figura 1.8a,c). No entanto, no sistema de manejo com leguminosa (Figura 1.8b) houve maior retenção de água no solo entre o ponto de saturação até 3 kPa, provavelmente, devido a maior porosidade total apresentada por esse sistema e à fitomassa adicionada pela leguminosa. A partir da tensão 100kPa até 1500kPa houve pouca diferença no comportamento das curvas em todos os sistemas. Essas perdas menores nas altas tensões estão relacionadas com a microporosidade com diâmetro $<0,2 \mu\text{m}$, similar em todos os sistemas e que tem grande participação na retenção de água.

Observa-se na profundidade do solo de 0-20 cm que as curvas de retenção de água do manejo do solo com roçadeira (Figura 1.8c) com e sem subsolagem têm o mesmo comportamento. No entanto, na profundidade de 20-40 cm, onde é maior a densidade do solo e há maior aproximação das frações minerais, a presença da subsolagem imprimiu maior retenção de água nos pontos de baixa tensão. Pode-se atribuir esse comportamento ao efeito da matéria orgânica adicionada pelo sistema e à melhoria da aeração proporcionada pela subsolagem cujos benefícios devem ter estimulado a atividade microbiana nessa profundidade com a adição de fitomassa pela presença de gramíneas.

Situação similar foi verificada no sistema com leguminosa (Figura 1.8b) cujos efeitos na retenção de água a baixas tensões, podem ser observados nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Esse comportamento pode estar relacionado ao tipo de material orgânico adicionado pelo feijão-de-porco, fitomassa da parte aérea na camada mais superficial e raízes dessa leguminosa a 20-40 cm de profundidade.

Na figura 1.8b é possível constatar retenção de água no manejo com leguminosa e subsolagem de 41 % no ponto de saturação, e próximo de 36 % nos demais sistemas, ou seja, houve ganho de 5 %. Esses resultados se assemelham aos relatados por Carvalho (2000) e Carvalho e Vargas (2004) com uso do feijão-de-porco na entrelinha de citros.

Na tensão de 10kPa houve retenção média de água de 21 % nos sistemas de manejo, já a 33kPa variou de 16 % a 19 %. A retenção de água na profundidade 0-20 cm foi semelhante a relatada por Cintra (1997), para o Argissolo Acinzentado de tabuleiro. Na profundidade 20-40 cm, os valores de saturação nos sistemas ficaram na faixa de 40 % e 35 % com e sem subsolagem, respectivamente.

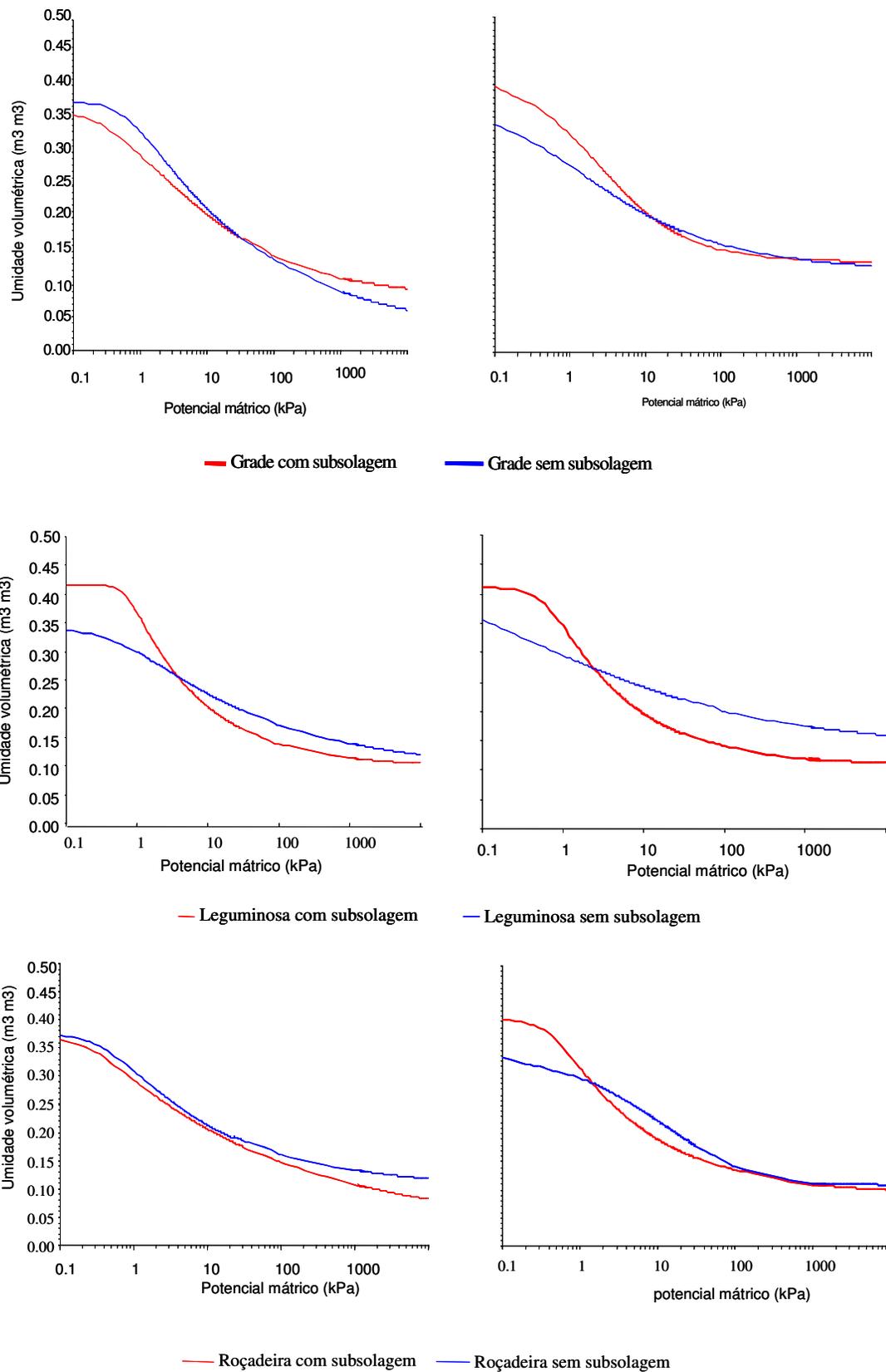


Figura 1.8. Curvas características de umidade no solo nos sistema com grade, leguminosa e roçadeira, com e sem subsolagem, a 0-20 cm (Esquerda) e 20-40 cm (Direita)

1.3.6. Água disponível nos sistemas de manejo até 0,8 m de profundidade

O conteúdo de água disponível (AD), em percentagem obtida por unidade do solo à base de volume (UBV), por camada de 20 cm de solo até a profundidade de 80 cm, é apresentado na figura 1.9. Na camada de 0-20 cm não foi observada diferença entre os sistemas de manejo em relação ao conteúdo de água disponível. No sistema de manejo com grade na presença e ausência de subsolagem foram de 10,5 % e 12,5 %, respectivamente, enquanto que no sistema de manejo com roçadeira na presença e ausência de subsolagem, foram de 11,8 % e 12,5 %, respectivamente. Quanto ao sistema de manejo com feijão-de-porco na presença e ausência e de subsolagem os teores foram de 11,4 % e 10,8 %, respectivamente

Com exceção do sistema roçadeira sem subsolagem onde houve diminuição da AD em profundidade até 80 cm, ocorreu tendência de diminuição da água disponível (AD) nos demais sistemas de manejo nas camadas abaixo de 20 cm, até 40 cm, e, novamente tendência de elevação da AD a partir dessa faixa de 40 a 60 cm de profundidade.

Situação semelhante foi verificada por Silva et al. (2005) em Argissolo Amarelo no Estado de Alagoas, onde houve decréscimo da AD na camada do solo 20-40 cm em relação a 0-20 cm e elevação a partir de 40 cm de profundidade. Esse aspecto também foi relatado por Souza et al. (2004) em Argissolo Amarelo de tabuleiro da Bahia cultivado com citros. Segundo os autores devido a coesão na faixa de 30 a 70 cm. Esses pesquisadores concluíram que o uso de feijão-de-porco associado à subsolagem contribuiu para melhoria de AD no solo daquele pomar, o que não ocorreu nessa pesquisa.

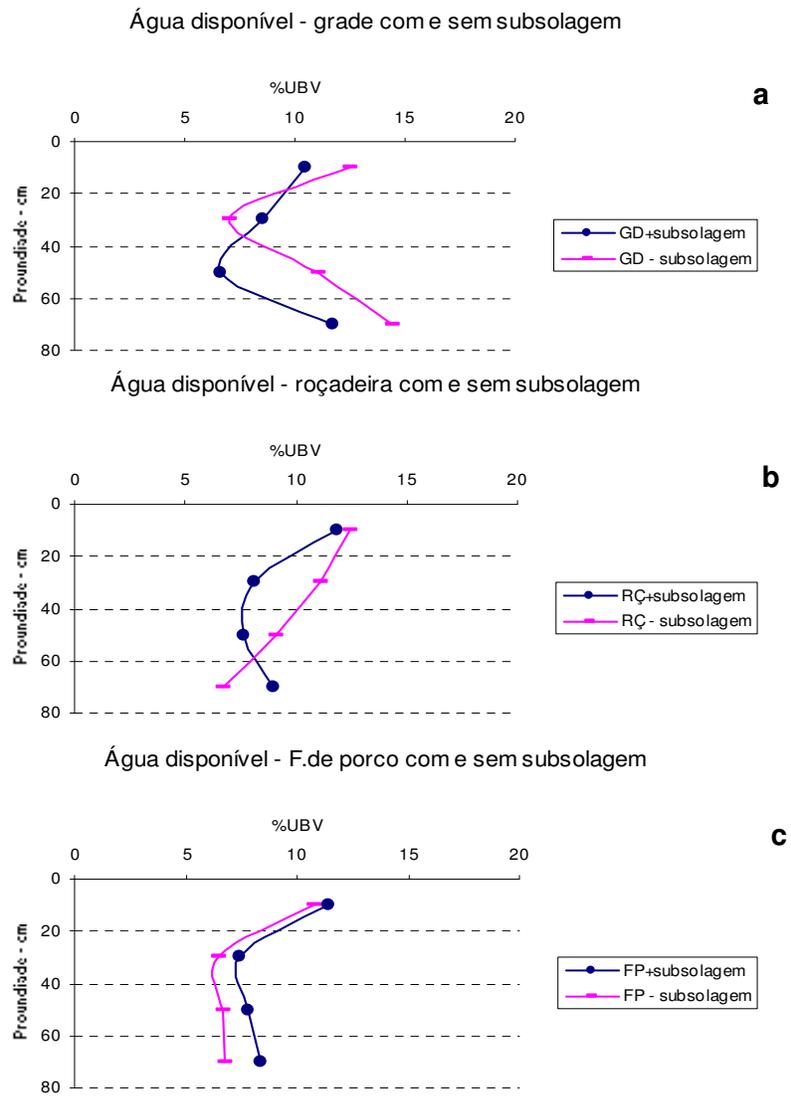


Figura 1.9. Água disponível nas diferentes camadas do solo sob influência dos sistemas de manejo na presença e ausência de subsolagem (a- grade; b- roçadeira; c- feijão-de-porco).

1.4. CONCLUSÕES

Considerando as condições edafoclimáticas em que o estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- 1- a subsolagem nas entrelinhas do pomar de citros é uma prática cultural que contribui para melhoria dos atributos físicos e hídricos, com destaque para a diminuição da densidade do solo, aumento de macroporosidade, retenção de água nos pontos de baixa tensão (até 10 kPa) e índices de agregação;
- 2- o sistema de manejo com grade, independente da prática de subsolagem, apresenta os menores percentuais de agregados de diâmetros de classe 4,76 a 2,00 mm no solo;
- 3- o uso de grade promove maior degradação dos atributos estudados em comparação aos sistemas com roçagem e feijão de porco, especialmente, na ausência de subsolagem;
- 4- o controle da vegetação espontânea nas entrelinhas do pomar por meio de métodos mais conservacionistas (roçagem e feijão-de-porco), mantêm maiores teores de matéria orgânica no solo em comparação com o método de controle com grade;
- 5- o sistema com roçagem promove índices mais baixos de densidade do solo na camada superficial, principalmente na presença de subsolagem, enquanto que a grade contribui para aumentar o adensamento do solo, especialmente entre 20 e 40 cm de profundidade, na ausência de subsolagem.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.
- ARAUJO FILHO, J.C. ; CARVALHO, A.; SILVA F. B. R. Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001, p.123-42.
- ARAUJO FILHO, J.C. de. **Horizontes cimentados em argissolos e espodossolos dos tabuleiros costeiros e em Neossolos regolíticos e Planossolos da depressão sertaneja no Nordeste do Brasil**. 2003. 223 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) Instituto de Geociências - USP/São Paulo.
- CALEGARI, A.; MEDEIROS, G. B. de. Utilização de práticas biológicas na recuperação de camadas subsuperficiais adensadas compensadas. In: CINTRA, F.L.D. et al. (eds). WORKSHOP SOBRE COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. Aracaju, 2001. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001 p.243-260.
- CAMPOS, B. C. et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho escuro distrófico após sete anos de rotação de cultivos e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.121-126, 1995.
- CARPENEDO, V. e MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.14, p. 99-105, 1990.
- CARVALHO, E.J.M.; FIGUEIREDO, M de S.; COSTA, M.L. da. Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho Amarelo câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília , v.34, n.2, p.257-265, fev., 1999.
- CARVALHO, J. E. B. de; LOPES, L. C.; ARAUJO, A. M de A.; SOUZA, L.da S.; CALDAS, R.C.; DALTRO JUNIOR, C.A.; CARVALHO, L.L.; OLIVEIRA, A.A.R.; SANTOS, R.C. Leguminosas e seus efeitos sobre as propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro “Tainung 1”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.26, p.335-8, ago., 2004.
- 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, março/abril, 2001.
- CARVALHO, J.E.B. Manejo e controle de plantas infestantes. CURSO DE CAPACITAÇÃO DE TÉCNICAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE CITROS E AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE. Cruz das Almas, BA. 2004 EMBRAPA-CNPMF. 2004. **Anais...** (DOCUMENTOS 140-CD ROM).

CARVALHO, J.E.B.de. Manejo do Solo em Pomares. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS- produção integrada, 6, 2000. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 2000. p.107-45.

CARVALHO, J.E.B.de; VARGAS, L. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Frutíferas. In: VARGAS, L; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. 2004. EMBRAPA. p. 481-517.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p.527-538, jul./set. 1998.

CERRI, C.C.; MORAES, J.F.L.de. Conseqüências do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Botucatu, 1992. **Anais..** Botucatu, UNESP. 1992. p.26-36.

CINTRA, F.L.D. and LIBARDI, P.L. Physical characterization of a soil class of the "tabuleiro costeiro" ecosystem. **Scientia Agricola**, v.55, n.3, p.367-78, 1998.

CINTRA, F.L.D. **Caracterização do impedimento mecânico em Latossolos do Rio Grande do Sul**. 1980, 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

CINTRA, F.L.D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro**. Piracicaba, 1997. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia). ESALQ/USP.

CINTRA, F.L.D.; COELHO, F.L.D.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; PASSOS, O.S. Caracterização física do solo submetido a práticas de manejo em pomar de laranja 'Baianinha' **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.18, n.2, p. 173-176, 1983.

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

CINTRA,F.L.D.; PORTELLA,J.C.; NOGUEIRA, L.C. Caracterização física e hídrica em solos dos Tabuleiros Costeiros no Distrito de irrigação Platô de Neópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.45-50, 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**.RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.,V.H (Eds.) Viçosa, MG: CFSEMG, 1999, 359p.

DEMATTÊ, J.L.; VITTI, G.C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-fisiologia, 2, 1992, Bebedouro, SP. **Anais...**Bebedouro: Fundação Cargill, 1992, p.67-99.

DENARDIN, J. E.; KOCHHAN, R.A.; DENARDIN, N.D. Considerações sobre adensamento e compactação em manejo de latossolos. In: CINTRA, F.L.D. et al. (eds). WORKSHOP SOBRE COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. Aracaju, 2001. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001 p.317-325.

DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q. de; BOTREL T.A.; LIBARDI, P.L. Programa para confecção da água no solo utilizando o modelo de Genuchten. **Engenharia Rural**, v.1, p.92-102, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997. p.125-134.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos** - Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. xxvi, 412p.

FERREIRA, D. F. Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos. Universidade Federal de Lavras. 2003.

FONTANA, A.; MARTIELLO, T.D.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M. G. Fracionamento químico da matéria orgânica em solo sob diferentes coberturas vegetais em Sooretama (ES). **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.17, n.3, p.131-134, set/dez., 2005.

GOMES, E.B.S.R.; MINATEL, A.L.G.; BERBALDO, J.M.G.; ANDRIOLI, I.; BUENO, C.R.P. Efeitos da subsolagem e adubação verde nas propriedades físicas do solo cultivado com laranjeira Valência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., Ribeirão Preto, julho de 2003. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. (CD-ROM)

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. **Anais...** EMBRAPA/UFBA. 1996.p.13-26.

JACOMINE, P.K.T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: CINTRA, F.L.D. et al. (eds). WORKSHOP SOBRE COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. Aracaju, 2001. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001 p.19-46.

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R. & FORMIGA, R.A. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1975b. 505p. (Boletim técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6)

LIMA, H. V. de, SILVA, A. P da, ROMERO, R. E.; JACOMINE, P.K.T. Physical behavior of a gray cohesive argisol in Ceara State. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.29, n.1, p.33-40, jan./feb., 2005. ISSN 0100-0683.

LIMA, H.V. de. **Identificação e caracterização do comportamento físico de solos coesos no estado do Ceará**. 2004. 85f. Tese (Doutorado em Agronomia). Piracicaba. ESALQ/USP.

LIMA, R. S. S.; ANDRIOLI, I.; NATALE, W.; BERALDO, J. M. G. Subsolação de um Latossolo Vermelho-escuro, cultivado com laranjeira Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Efeito no estado nutricional e na produção.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13., 2000, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/UNOESTE, 2000.

MAGALHÃES, A.F.de J. Adubação verde na cultura dos citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994, p. 505-506).

MAIA, J.L.T.; RIBEIRO, M.R. Propriedades de um Argissolo Amarelo fragipânico de Alagoas sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.79-87, jan., 2004.

MAZZA, J.A. Importância das características físico-hídricas. In: DONADIO, L.C. (ed.) SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS- tratamentos culturais, 5., Bebedouro, 1998. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998, p.189-201.

MAZZA, J.A.; VITTI, G.C.; PEREIRA, H.S. Influência da compactação no desenvolvimento do sistema radicular de citros: sugestão de método qualitativo de avaliação e recomendações de manejo. **Laranja**, Cordeirópolis, V.15, N.2: p.263-75, 1994.

NEVES, C.S.V.J. **Influência de sistemas de manejo em características de tangerina “Poncã” sobre limão “Cravo” e de um Latossolo Roxo.** 1998. 158f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo/Piracicaba.

OLIVEIRA, J.B. Solos para citros. In: RODRIGUEZ, O. Citricultura Brasileira. Campinas, SP, Fundação Cargill, 1991, p.196-227.

PAIVA, A. de Q.; SOUZA, L.S.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M.da. Propriedades físico-hídricas de solos de uma toposequência de tabuleiro do estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.11, p.2295-2302, nov. 2000.

PASSOS, O.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; COELHO, Y. da S. Manejo de solo em pomar de citros In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2. Viçosa, 1973. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973, v.1, p.249-256.

PEDRINHO JUNIOR, A.F.F.; SOARES, D. J.; GRAVENA, R.; SANTANA, A. E.; CARVALHO, J. E. B. de e PITELLI, R. A. Manejo do solo associado à diferentes coberturas vegetais e sua interferência na produtividade da laranjeira ‘Pêra’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Belém, 2002 (resumo expandido).

REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil Tillage Research**, n.43, p. 131-167. 1997.

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

REZENDE, J.de O. Reflexões sobre as limitações agrícolas e o manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA-500 anos de uso do solo no Brasil, 13, Ilheus.2000. **Anais...Ilhéus: SBCS 2000**, p.463-520

REZENDE, J.O. Efeitos da subsolagem e da correção da acidez em Latossolo Amarelo coeso dos tabuleiros costeiros e consequências no comportamento do Cultivar Tangor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., Belém, 2002 (resumo expandido).

RIBEIRO, L. P.; UCHA, J.M. e NUNES, F.C. Uso do solo: uma idéia básica e didática para a compreensão das enchentes nas grandes cidades. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.3, p.31-33, set/dez, 2005.

SANCHES, A. C.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; RIGOLIN, A. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.23, n.1, p. 91-9, 1999.

SANCHES, A.C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: DONADIO, L. C.; RODRIGUEZ, O. (Eds.) SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-tratos culturais, 5., Bebedouro,1998. **Anais...** Bebedouro; Fundação Cargill, 1998, p.167-187.

SANTOS, D.M.B. **Efeito da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um solo de “tabuleiro” (Latosolo Amarelo álico coeso) no Município de Cruz das Almas-Bahia (Caso 2).**1992. 87f. Dissertação.(Mestrado em Geociências).Instituto de Geociências,Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SILVA, A.J.N.; CABEDA, M. S.V.; LIMA, J.F.W.F. Efeito de sistema de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um Argissolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.833-842, 2005.

SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.113-117, 1997.

SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.311-317, 1998.

SOBRAL, L.F.; SOUZA, L.F.da S.; MAGALHÃES, A.F.de J.; SILVA, J.U.B.; LEAL, M.L. resposta da laranjeira-pêra à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um Latossolo Amarelo dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, fevereiro 2000.

SOBRAL, L. F.; MELLO IVO, W. M. P. de.; RANGEL, J. H. de A. Avaliação crítica da história de uso dos solos nos Tabuleiros Costeiros do nordeste do Brasil. In: REIS, Q. A. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil** . Ilhéus, BA: Editus, 2002. p.447-520.

SOUZA, L. D; SOUZA, L. da S.; SILVA LEDO, C.A. Disponibilidade de água em pomar de citros submetido à poda e subsolagem em Latossolo Amarelo dos tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura** , v. 26, n.1, p. 69-73, abr., 2004.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; SOUZA, L. F. da S. Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo sob enfoque de produção vegetal: estudo de caso para citros em solos coesos de Tabuleiros Costeiros. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: solo: alicerce dos sistemas de produção, 29., Ribeirão Preto, 2003. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS/UNESP, 2003, p.1-26.

SOUZA, L.da S., SOUZA, L.D.; CALDAS, R.C. Identificação da coesão com base em atributos físicos convencionais em solos de tabuleiros costeiros. In: CINTRA, F.L.D.; ANJOS, J.L.; MELLO IVO, W.M.P. WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. **Anais...** 28 a 30 nov/2001. EMBRAPA-CPATC. 2001, p.169-90.

SOUZA, L.S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n.1, p.34-9, 1997.

SOUZA, L.S. Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS: pesquisa & desenvolvimento para os tabuleiros costeiros. **Anais...** Aracaju: CPATC/EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996, p.36-75.

TERSI, F.E.A. **Avaliação de métodos de manejo do solo e de plantas daninhas em um pomar de laranja valência**. 2001, 78f. Doutorado (Produção Vegetal). FCAV-UNESP, Jaboticabal.

TERSI, F.E.A.; ROSA, S. M. A subsolagem no manejo de solo para os pomares de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, São Paulo, v.16, n.2, p. 289-298, 1995.

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

TUBELIS, A.; SALIBE, A. A.; PESSIM, G. Relações entre a produção de laranja ‘Westin’ e as precipitações em Botucatu, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.5, p.771-779, maio 1999.

Van GENUCHTEN, M.T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.44, p.892-897, 1980.

WEBER, O.; PASSOS, O.S. Adubação verde- aspectos relacionados à citricultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas,v.13, n.4, p.295-303, out. 1991.

YOUKER, R.E.; McGUINNESS, J. L. A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analyses of soil. **Soil Science**, Baltimore, v.83, n.4, p.291-4, 1957.

CAPÍTULO 2

DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DE CITROS SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EM ARGISSOLO DE TABULEIRO

RESUMO

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS. **Distribuição do sistema radicular de citros sob influência de diferentes sistemas de manejo em Argissolo de tabuleiro** . Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, março de 2006. 21p. il. Tese. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Ivandro de França da Silva.

Apesar da importante inserção social e econômica da citricultura nos tabuleiros costeiros da Região Nordeste, com destaque para os estados da Bahia e de Sergipe com 11% da produção nacional, a produtividade média é considerada muito baixa com cerca de 1 caixa (40,8kg) por planta, quando no mínimo deveria ser de 2 caixas. A vasta faixa litorânea dos tabuleiros costeiros, com potencial para a fruticultura, apresenta coesão nos solos limitando o aprofundamento do sistema radicular dos citros. O sistema de manejo do solo para controle da vegetação espontânea, assim como a distribuição e o aprofundamento do sistema radicular dos citros são alguns dos fatores relacionados com a produtividade. Essa pesquisa teve como objetivo estudar a distribuição do sistema radicular de citros sob influência de sistemas de manejo em Argissolo dos tabuleiros costeiros de Sergipe. A pesquisa foi conduzida no Campo Experimental de Umbaúba em Sergipe, em pomar de laranja 'Pêra' sobre 'Cravo', com espaçamento de 6,0 m x 3,5 m. Utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições em esquema experimental de parcelas subsubdivididas, com dois tratamentos com subsolagem (ausência e presença) e 3 subtratamentos com sistemas de manejo; a) grade o ano inteiro, b) roçagem no período das águas, e grade no período seco, e c) feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) no período das chuvas incorporado por ocasião da floração, no final das águas, e grade no período seco. As subsubparcelas representadas por 6 profundidades: 0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25 e 25-30 cm, em trincheiras de 3,0 m x 1,0 m x 1,2 m no sentido da entrelinha. As raízes foram fotografadas em máquina digital cujas fotos foram processadas pelo Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo (SIARCS). Dos resultados obtidos verificou-se elevada taxa de superficialização de raízes com 80 % localizadas na profundidade até 30 cm, e destas 63 % localizam-se nos primeiros 20 cm. Na distribuição lateral das raízes 84 % situam-se num raio de 1,6 m, limite médio da projeção da copa das laranjeiras. A adubação nesses pomares adultos deve ser localizada no terço final do raio da copa. Dentre os sistemas de manejo o feijão de porco na presença de subsolagem mostrou tendência de promover maior comprimento total e aprofundamento de raízes de citros.

Temas de indexação: raízes de citros; *Canavalia ensiformis*; SIARCS; solos coesos.

ABSTRACT

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS, **Distribution of citrus trees roots under several soil management systems in a tableland ultisoi**. UFPB, Areia-PB, Agrarian Science Center of UFPB, march of 2006. 21p. il. Thesis. Agronomy Pos Graduation Program. Adviser: PhD Ivandro de França da Silva.

In spite of its social and economical values , the citriculture of Brazilian northeastern region represented by Bahia' and Sergipe' citrus areas (11% of all Brazil citrus production) has a low productivity , about one harvest box (40,8 kg) per tree. The large strip at the coastal tableland potentially good for fruit crops presents hardsetting soils which limit the depth of rooting system of citrus trees. The management of soil to control weeds as well the distribution and depth of roots are some of the factors related to productivity. This work aimed to study the distribution of citrus root system under different managements of a ultisoi in Sergipe coastal tablelands. The study was carried out at Experiment station of Umbauba- Sergipe state in a grove of 'Pêra' orange (*Citrus sinensis* ,L. Osb.) on Rangpure lime (*Citrus limonia*, Osb) spaced 6,00 x3,5m. It was used a randomized blocks design with three replications in a split-plot scheme. Subsoiling and no subsoiling, as treatments and three subtreatments-a) Harrowing all over the year; b)Mowing in rainy period and harrowing in dry season; c) jackbean (*Canavalia ensiformis*(L.) D.C.) in rainy period disked at blossoming. In the rows were dug trenches (3,0m x 1,0m x 1,2m) and it was made soil samplings in six depth for root density studies – 0-5; 5-10; 10-15; 15-20;20-25;25-30 taking photos by a digital camera and processing them by SIARCS system developed by Embrapa. By the results, it was observed a high rate of superficial roots – 80% located until 30cm in depth and 63% in the first 20 cm. In the lateral distribution of the roots 84% of them was in 1,6 m ray around the trunk, till the border of the dropline . The combination *C ensiformis* and subsoiling tended to result longer and deeper citrus roots.

Index terms: green manure ; hardsetting; orange;; soil management;; subsoiling

2.1. INTRODUÇÃO

O ecossistema dos Tabuleiros Costeiros (TC) ocupa uma faixa ampla no litoral nordestino, exercendo grande importância econômica para a atividade agropecuária. Várias capitais da Região Nordeste estão inseridas nesse ambiente onde a boa infra-estrutura viária e a proximidade dos principais mercados, facilitam o escoamento da produção. Também a topografia plana, pluviosidade adequada e predominância de Latossolos e Argissolos de textura média, estimulam a atividade do setor primário, tendo na fruticultura uma das principais atividades agrícolas, com destaque para a citricultura (Cintra, 2001). Nos estados da Bahia e Sergipe, a citricultura ocupa uma área de 103.559 ha, correspondendo a 11% da produção nacional, com grande importância social e econômica (Souza et al., 2004).

A produtividade média dos citros de 20 t ha⁻¹, na Bahia e Sergipe, é considerada muito baixa para uma população de 416 plantas por hectare, tendo como uma das principais limitações a presença de horizontes subsuperficiais coesos que restringem o sistema radicular das plantas. A redução da profundidade efetiva do solo diminui também o volume de raízes para a absorção de água e nutrientes, refletindo na produção.

A distribuição do sistema radicular dos citros, relatada por Moreira (1992) em ampla revisão, corresponde a uma faixa de 75 a 94% das radículas até 2 m de distância do tronco para o limoeiro 'Cravo'. Nos citros, em geral, as radículas concentram-se na faixa de 1,4 m a 3,5 m do tronco. Esse autor enfatiza a superficialidade das raízes dos citros e a diminuição acentuada das radículas abaixo de 20 cm, onde a porcentagem de argila é maior que 40%. Nos primeiros 15 cm estão localizadas cerca de 50% das raízes dos citros.

Moreira (1992) também aborda que na Flórida e na Califórnia, nos Estados Unidos, em solos arenosos, a maior quantidade de raízes está a 0,6 m de profundidade, mesmo nos pomares de citros irrigados. Cary (1972) descreve pomares de 16 anos em solos arenosos da Flórida, onde ocorrem raízes a 1,9 m, entretanto, 50% das raízes nesses pomares estão situadas a 0,3 m. O autor informa ainda a ocorrência de 66% do sistema radicular nos primeiros 0,75 m da superfície, em pomares adultos estabelecidos há 20 anos.

Na Venezuela, em estudos comparando distribuição de sistema radicular dos citros em pomares com diferenças de produção, verificou-se que 80% das raízes foram localizadas a até 30 cm de profundidade, em solos com problema de drenagem (Neves, 1998).

Apesar dessa descrição da superficialidade do sistema radicular, Carvalho et al. (1999) e Carvalho e Vargas (2004) acreditam que a melhoria da estrutura do solo pelo manejo adequado, permite maior distribuição em profundidade. Exemplificam com

resultados de pesquisa sobre distribuição de raízes de laranja ‘Pêra sobre limoeiro ‘Cravo’ realizados por Carvalho et al. (1999), em Latossolo Amarelo de tabuleiros. Nesse solo, quando manejado com feijão-de-porco e subsolagem, houve melhor distribuição de raízes, 38,7% a 0,2 m; 51,2% até 0,4 m, 66% até 0,6 m; e 79,9% até 0,8m. Entretanto, quando manejado com grade no período seco e roçagem no período das águas, a distribuição das raízes foi de 51,9% até 0,2 m; 74,1% até 0,4 m; e 76,7 até 0,6 m, demonstrando assim, a tendência de superficialização do sistema radicular influenciada também pelo sistema convencional de cultivo (51,9% das raízes a 0,2 m), segundo os autores.

Estudo sobre sistemas de manejo do solo na entrelinha de pomar de tangerina ‘Poncã’ sobre limão ‘Cravo’, foi realizado por Neves (1998), no Paraná, em um Latossolo Roxo estruturado, cuja distribuição média de raízes nos nove tratamentos, foi: 36% até 0,25m; 63% até 0,50m e 85% até 0,75 m. Observa-se que, mesmo em solo bem estruturado 63% das raízes concentraram-se a 0,50 m, o que confirma os estudos sobre a superficialidade das raízes. Nessa pesquisa, não houve resposta do sistema radicular aos sistemas de manejo aplicados. Apesar disso, a cobertura do solo em um dos tratamentos com *Arachis pintoii* promoveu maior aprofundamento do sistema radicular, sem entretanto, ter os tratamentos afetado a quantidade total de raízes (Carvalho et al., 1999 e Carvalho e Vargas, 2004).

Essa melhoria na distribuição das raízes de citros em profundidade também foi relatada por Souza et al. (2004a) e Souza et al. (2004b), em estudo sobre dimensões das covas de plantio de laranjeiras, num Latossolo Amarelo de tabuleiros, na Bahia. Os autores observaram que o sistema radicular do limão ‘Volkameriano’ com copa de laranja ‘Valência’, plantado em cova convencional de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, teve a seguinte distribuição porcentual: 32,7% até 0,2 m; 49,3% até 0,3 m; 59,5% até 0,5 m, e 76,5% até 0,7 m. A distribuição foi mais uniforme até 1,2m de profundidade quando a cova teve a dimensão de 1,2 m x 1,2 m x 1,2 m. Embora esse tratamento na prática não seja viável devido aos elevados custos com mão-de-obra, pela grande mobilização de solo, essa pesquisa confirma a idéia da melhoria na distribuição das raízes de citros em profundidade influenciada pelo tipo de manejo do solo.

Por outro lado, Andriolli et al. (2003) não observaram efeito de manejo com subsolagem e leguminosa no sistema radicular de ‘Sunki’ sob ‘Valência’, em São Paulo, após um ano da aplicação. No Paraná, nessa mesma linha de pesquisa, Bodin et al. (2005), também não observaram efeito de manejo com escarificação a 30 cm de profundidade, no sistema radicular de pomar com ‘Cravo’ sob ‘Pêra’, em Latossolo Vermelho.

A distribuição de raízes de citros na paisagem dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, em Argissolo Acinzentado, também foi relatada por Cintra (1997; 2001 e 2005), citando que 90 % das raízes, estão concentradas nos primeiros 40 cm, sendo que 61% estão nos primeiros 20 cm. O número de radículas é pequeno abaixo de 80 cm de profundidade. Possivelmente, esse resultado deve-se à tendência genética do sistema radicular em se manter na camada superficial do solo, à drenagem imperfeita desse solo e à presença de maior teor de argila no B textural, a 30 cm de profundidade, aproximadamente. Atribui-se ainda essa superficialização à presença de horizontes coesos superficiais, comuns nos solos de tabuleiro.

Nos Tabuleiros Costeiros de Parnaíba-PI, Coelho et al. (2002) citam pesquisa sobre sistema radicular de pomar adulto de citros (“Pêra” sobre “Cravo”), com nove anos, sob irrigação e sequeiro, em Latossolo Vermelho Amarelo arenoso (104 g kg^{-1} de argila e densidade do solo de $1,71 \text{ g cm}^{-3}$). Esses autores verificaram que os maiores valores de densidade de raízes, corresponderam aos de maior incidência de raízes muito finas e finas, tanto na área de sequeiro como na área irrigada. Raízes com diâmetro médio entre 0,5 e 2,0 mm tiveram maior ocorrência entre 0,5 e 2,0 m do tronco, à profundidade de 1 m, na entrelinha do pomar. Na linha, houve maior incidência a 0,2 m e a 1,0 m de distância do tronco, na profundidade de 0,5 m. Observaram também que o sistema radicular teve maior expansão em profundidade e distância lateral na área irrigada por microaspersão, em comparação à área de sequeiro. Esse aprofundamento ocorreu em função da maior disponibilidade de água, e tem relação com a friabilidade da camada coesa.

A superficialização do sistema radicular de citros em solo de tabuleiros pode ter outras explicações, além dos problemas relacionados aos atributos físicos e hídricos do solo. Cintra (1997) ressalta que após um longo período de seca, no início do período das águas, a energia da planta é priorizada às novas brotações, florescimentos e frutificações. Desta forma, as raízes não têm energia suficiente para desenvolvimento e aprofundamento. Segundo Zanini e Pavan (1998), esse período de escassez de chuva pode inibir a produção de ácido giberélico nas raízes, induzindo o florescimento de plantas em clima tropical. Outra explicação possível, está relacionada à diminuição dos teores de matéria orgânica e nutrientes em profundidade, seja pela característica superficial do solo, favorável à multiplicação de raízes ou pelo efeito superficial da adubação (Cintra, 2001).

O manejo convencional intensivo do solo com grade, na entrelinha, para eliminação da vegetação espontânea tem sido relacionado com a baixa produtividade dos pomares, como também com a desagregação do solo, exposição do mesmo ao sol e à

chuva, e corte das radículas dos citros (Carvalho et al., 1999), estimulando sua localização próximo à superfície do solo.

Há possibilidade também das plantas cítricas não aprofundarem seu sistema radicular nos solos de tabuleiros, durante seis meses do período chuvoso, a cada ano, em face de ocorrência de encharcamento temporário no período chuvoso, promovendo um ambiente de redução. Portanto, pode haver paralisação no crescimento do sistema radicular pelo fato deste ser sensível à falta de oxigênio no solo (Cintra (1997).

Essa pesquisa teve como objetivo estudar a distribuição do sistema radicular de citros em Argissolo dos tabuleiros costeiros, sob sistemas de manejo do solo com grade, roçadeira e leguminosa, na ausência e presença de subsolagem.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve início em 1994, época em que foi implantado um pomar de citros com copa de laranjeira 'Pêra' D6 (*Citrus sinensis*, (L.) Osbeck) sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck.), no Campo Experimental de Umbaúba (CEU), pertencente à Embrapa Tabuleiros Costeiros, cujas coordenadas geográficas são 11°22'37'' de latitude sul, 37°40'26'' de longitude oeste, com altitude média de 109 m e o clima, caracterizado segundo a classificação de Köppen, como As', tropical chuvoso com verão seco (Jacomine et al., 1975). Dados climáticos relativos a 11 anos de observação, indicaram temperatura média de 24,1°C, umidade relativa de 81,4 % e precipitação pluvial média de 1.317,9 mm.

O solo da área experimental foi classificado como PODZÓLICO ACINZENTADO distrófico com fragipã Tb A fraco textura media fase floresta subperenifolia relevo plano, de acordo com descrição em trabalho de tese de Cintra (1997). Atualmente é denominado ARGISSOLO ACINZENTADO, de acordo com a nova classificação (EMBRAPA, 1999).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições em esquema experimental de parcelas sub-subdivididas, estabelecendo-se nas parcelas dois tratamentos: ausência e presença de subsolagem e nas subparcelas três sistemas de manejo: a) grade o ano inteiro; b) roçagem no período das chuvas e grade no período seco; c) feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.) plantado no início das águas e incorporado no final das chuvas, e grade no período seco. Nas subsubparcelas foram utilizadas as seis profundidades de amostragem das raízes: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 e 25-30 cm.

A subsolagem foi realizada em dois períodos, quando o pomar tinha 1,5 anos, e aos 5,5 anos, em todas as entrelinhas da parcela, no final do período seco (março), conforme recomenda Mazza et al. (1994).

Para quantificação da distribuição lateral e em profundidade das raízes, foram abertas trincheiras com dimensões de 3,0 m de comprimento x 1,0 m de profundidade x 1,2 m de largura, ao lado de uma planta útil de cada parcela, no sentido das entrelinhas (ortogonal) e, trincheira com dimensão de 1,8 m de comprimento x 1,0 m de profundidade x 1,2 m de largura, na linha (sentido longitudinal às linhas), com 3 repetições por tratamento.

Após a abertura das trincheiras, estas foram preparadas conforme descrição: 1) nivelamento da parede com pá reta; 2) corte das raízes para 2 cm; 3) escarificação da

parede da trincheira por meio de rolo de madeira com prego; 4) as raízes foram pintadas com tinta óleo vermelha, devido ao bom contraste com a cor do solo; 5) colocação do quadro de madeira (Figura 2.1) com dimensões de 1,0 m x 1,0 m (1m²), devidamente subdividido com cordão branco em 25 quadrículas, cada uma com dimensão de 20 cm x 20 cm (0,04 m²); 6) fotografia das raízes com câmera digital de 1,3 mega pixel.

As imagens do campo foram tratadas no programa denominado Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura de Solo (SIARCS), para a obtenção do comprimento e área das raízes, por quadrícula, e em todo o perfil analisado, de acordo com documento da EMBRAPA-Instrumentação Agropecuária, São Carlos-SP, publicado por Cruvinel et al. (1996). A metodologia para a obtenção de imagens de raízes no campo e para a utilização do programa SIARCS foi baseada em Cintra e Neves (1996); Cruvinel et al. (1996); Jorge (1996) e Cintra (1997).

O delineamento utilizado para avaliação de raízes foi o de blocos ao acaso com três repetições em esquema experimental de parcela subdividida, estabelecendo-se nas parcelas tratamentos (subsolagem), nas subparcelas (grade, roçadeira, feijão-de-porco) e nas subsubparcelas (profundidades). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey (P<0,05).



Figura 2.1. Raízes pintadas e distribuídas por quadrículas de 0,04 m² em quadro de 1 m² para obtenção de imagens no campo e quantificação em laboratório.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Aspectos gerais do comprimento de raízes

Na análise da média geral dos dados, sem considerar os tratamentos, é possível observar na figura 2.2a que 84 % das raízes das plantas, predominantemente, distribuíram-se lateralmente num raio de 1,60 m do tronco das plantas, coincidindo com o limite médio da copa das laranjeiras, na área estudada. Este fato sinaliza para a maior eficiência na absorção de nutrientes, caso os adubos sejam aplicados nessa área de maior concentração do sistema radicular. Quanto a distribuição em profundidade, verifica-se na figura 2.2b, que 80 % das raízes distribuíram-se até 0,3 m de profundidade, sendo que 63% delas nos primeiros 0,2 m. Resultados semelhantes foram obtidos por Cintra (1997) e Cintra (2001), em estudo sobre distribuição do sistema radicular de porta-enxertos de citros na mesma região. O autor observou que 90% de todo o sistema radicular da laranjeira Pêra estava distribuído nos primeiros 0,4 m de profundidade, sendo que 61% estava a 0,2 m da superfície do solo.

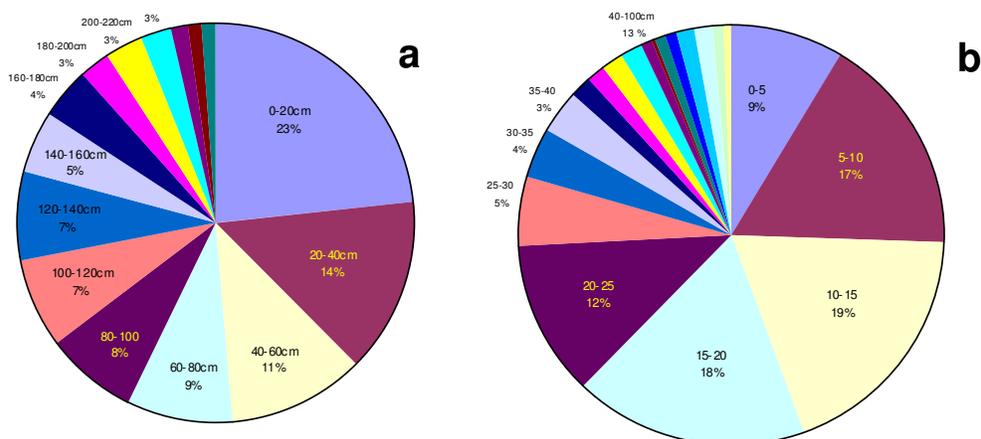


Figura 2.2. Média geral de distribuição lateral de raízes (a) e em profundidade (b) de laranjeira Pêra na área experimental, independente dos tratamentos aplicados.

Nos dados da tabela 2.1, verifica-se que não houve significância estatística entre os tratamentos subsolagem e os sub-tratamentos sistemas de manejo, apesar das diferenças existentes no sistema radicular quanto à distribuição lateral e em profundidade,

apresentadas na figura 2.2. Neves (1998) e Souza et al. (2004) também observaram a ausência de diferença significativa em estudo de raízes de citros, comparando sistemas de manejo. Possivelmente, segundo Neves (1998), em razão de altos coeficientes de variação causados pela heterogeneidade do solo.

No entanto, verifica-se na tabela 2.1 tendência para aumento no comprimento de raízes com uso da subsolagem, e que entre os sistemas de manejo, a leguminosa foi superior aos demais. Resultados semelhantes foram relatados por Carvalho et al. (1999), em pesquisa na qual o sistema com leguminosas e subsolagem, promoveu elevação do comprimento de raízes em comparação ao sistema convencional com grade, utilizado em pomares de citros.

Tabela 2.1. Comprimento médio de raízes de laranjeira Pêra sobre limoeiro 'Cravo' em profundidade

TRATAMENTOS	Comprimento de raízes
Subsolagem	Cm / 100cm²*
Com subsolagem	45,17 a
Sem subsolagem	41,02 a
Sistemas de Manejo	-
Feijão de porco nas águas e grade no período seco	48,26 a
Grade nas águas e no período seco	41,26 a
Roçadeira nas águas e grade no período seco	39,76 a

Medias com mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tuckey..

*cm de raiz em quadrícula com 100cm² - corresponde a 5cm de profundidade por 20cm comprimento na quadrícula.

2.3.2. Distribuição de raízes em profundidade na projeção da copa da planta cítrica

O efeito benéfico do uso de feijão-de-porco na distribuição do sistema radicular de citros em profundidade e sua interação quando associado à subsolagem, pode ser observado na figura 2.3a comparada a 2.3b. Além de maior comprimento total de raízes, houve tendência para maior quantidade de raízes em profundidade, em comparação com os sistemas de manejo com grade o ano inteiro e roçagem no período das chuvas e grade no período seco, na presença de subsolagem. Carvalho et al. (1999), também encontraram efeitos positivos desse sistema no incremento da área radicular de citros na Bahia (78,05%) e em Sergipe (37,55%). Neves (1998), por sua vez não encontrou efeito de sistemas de manejo no comprimento de raízes de citros mas observou maior aprofundamento. Já para os tratamentos na ausência de subsolagem, a tendência do melhor desempenho até a profundidade de 20cm foi com o sistema roçagem no período da chuva e grade no período seco (Figura 2.3 b).

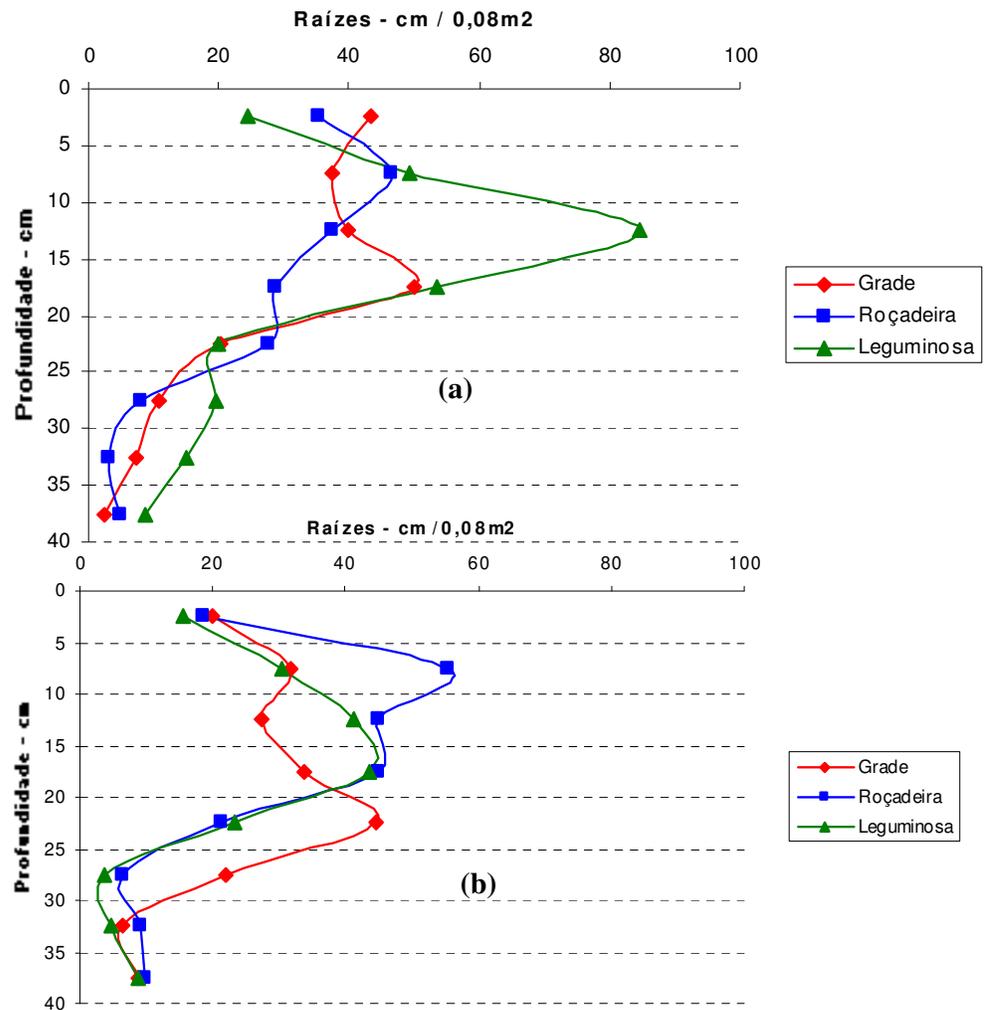


Figura 2.3. Distribuição do sistema radicular de citros até 40cm (camadas de 5cm por 160cm) na área de projeção da copa (1,60m) em função dos sistemas de manejo na presença (acima) e ausência (abaixo) de subsolagem.

Na figura 2.3 pode-se observar também que a maior densidade das raízes ocorre nos primeiros 20cm de profundidade. A superficialidade do sistema radicular dos citros é citada em vários estudos relatados por Moreira (1992), em ampla revisão sobre o assunto, tanto no Brasil, como no exterior. Pace e Araújo (1986), em estudo de raízes de citros no Rio de Janeiro, argumentam que a presença de argila na subsuperfície de Argissolos pode também levar à localização superficial das raízes, devido a maior resistência à penetração de raízes e elevação da microporosidade.

A posição superficial das raízes ambiente dos tabuleiros costeiros, em Argissolos e Latossolos da Bahia e Sergipe, também foi relatada por Carvalho et al. (1999), Carvalho (2000) e Carvalho e Vargas (2004). Esses autores também obtiveram melhor distribuição do sistema radicular dos citros, em manejo do solo com o uso de feijão-de-porco e subsolagem. Nesses estudos, afirmaram que o sistema radicular do feijão-de-porco, atingindo profundidade até 45cm, associado à subsolagem, melhoraram a estrutura do solo, com promoção de bioporos (Rezende, 2000 e 2002), facilitando a infiltração de água, a distribuição de nutrientes no perfil do solo e à melhor expansão do sistema radicular.

Em pesquisa sobre o sistema radicular de citros nos tabuleiros costeiros do Piauí, Coelho et al. (2002) também observaram a superficialização das raízes, porém obtiveram maior aprofundamento até 60cm, com a utilização de irrigação. Possivelmente, isso ocorreu porque com irrigação há controle de umedecimento do solo favorecendo o aprofundamento de raízes. Em pomares de citros conduzidos sob sistema de sequeiro nos solos dos tabuleiros costeiros, a elevada expressão do adensamento das camadas coesas no período seco e o encharcamento temporário, que acontece no período chuvoso são, provavelmente, fatores restritivos ao aprofundamento das raízes dessa cultura (Cintra, 2001).

Nos sistemas de manejo com grade e roçadeira, na ausência e presença da subsolagem, não ocorreu diferença entre esses tratamentos, em relação ao total de comprimento das raízes, enquanto nas parcelas com o sistema de manejo com feijão-de-porco na presença da subsolagem, houve tendência de maior comprimento de raízes, comparadas com parcelas na ausência de subsolagem. Essas parcelas também apresentaram os menores comprimentos de raízes, bem abaixo da média.

2.3.3. Distribuição lateral das raízes de citros até 3m da planta

Na avaliação da distribuição lateral de raízes em área de 3m de comprimento no sentido ortogonal à linha do pomar, por 1 metro de profundidade (Figura 2.4), é possível verificar a tendência de maior comprimento de raízes de citros no tratamento com feijão-de-porco sob efeito da subsolagem (354 cm em 3m²). Os menores valores de raízes corresponderam a ação do feijão-de-porco sem subsolagem (238 cm em 3m²) e uso de roçadeira com subsolagem (249 cm em 3m²). Não houve efeito da subsolagem no sistema de manejo com grade. O comportamento do sistema radicular de citros no sistema de manejo com feijão-de-porco na presença da subsolagem, está relacionado ao bom controle da vegetação espontânea na entrelinha do pomar pelo feijão-de-porco, nesse ambiente, conforme relatam Anjos et al. (2000) e, possivelmente, em função da melhor estruturação do solo, proporcionada pela penetração do sistema radicular dessa leguminosa após a subsolagem (Figura 2.4), o qual, segundo Carvalho et al. (1999), atinge cerca de 40 cm de profundidade, formando bioporos (Rezende, 2002; Rezende et al. 2002).

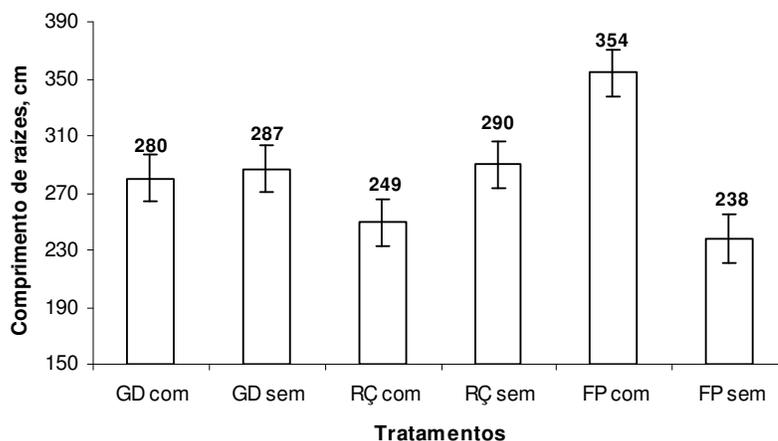


Figura 2.4. Comprimento total de raízes de citros no sentido da entrelinha do pomar em 3m² de área, sob efeito dos sistemas de manejo com e sem subsolagem.

Na figura 2.5 verifica-se a percentagem de distribuição lateral do sistema radicular dos citros, para cada tratamento, nas distâncias do tronco até 40 cm; de 40 cm a 160 cm; e de 160 cm a 300 cm. Percebe-se que na distância até 40 cm do tronco da planta, a percentagem de distribuição lateral corresponde a 40% do total de raízes, e representam as

raízes mais grossas desse pomar com 9 anos na época da avaliação. Na distância lateral entre 40 e 160 cm, na projeção da copa, é onde estão cerca de 50% do total de todas as raízes dos tratamentos com subsolagem e nessa área está a maioria das raízes responsáveis pela nutrição. Dados nesse sentido também foram relatados por Coelho et al. (2002), em estudo de raízes de citros em tabuleiros, verificando que as raízes mais importantes para a nutrição dos citros ocorreram até 2 m da planta. Essa predominância de raízes na projeção da copa, foi também observada por Neves et al. (2004), em vários porta-enxertos para limão ‘Tahiti’ no Paraná, dentre estes, o limão ‘Cravo’.

As menores percentagens de raízes nessa faixa de 40 a 160 cm, foram detectadas nos sistemas com grade e feijão-de-porco, ambos na ausência de subsolagem, e corresponde a cerca de 40% das raízes. Essa diminuição de raízes, nessa faixa de distância do tronco da planta, foi compensada pela maior percentagem de raízes fora da projeção da copa (entre 160 e 300 cm), nesses sistemas, em relação aos demais. A grade e o feijão-de-porco sem subsolagem apresentaram 23% e 22%, respectivamente.

A subsolagem, entretanto, promoveu elevação da quantidade de raízes nos sistemas de manejo com grade e com feijão de porco na projeção da copa, com menor crescimento das raízes fora da projeção. No caso do feijão-de-porco com subsolagem, houve melhor distribuição de raízes em profundidade (Figura 2.3a) compensando a diminuição lateral fora da projeção da copa. Situação semelhante ocorreu com sistemas de manejo de solo em pomar de tangerinas (‘Poncã’ sobre ‘Cravo’) no Paraná. Neves (1998) cita que o manejo com a leguminosa *A. prostrata* promoveu restrição do crescimento lateral das raízes do limoeiro ‘Cravo’, com compensação no maior aprofundamento das raízes.

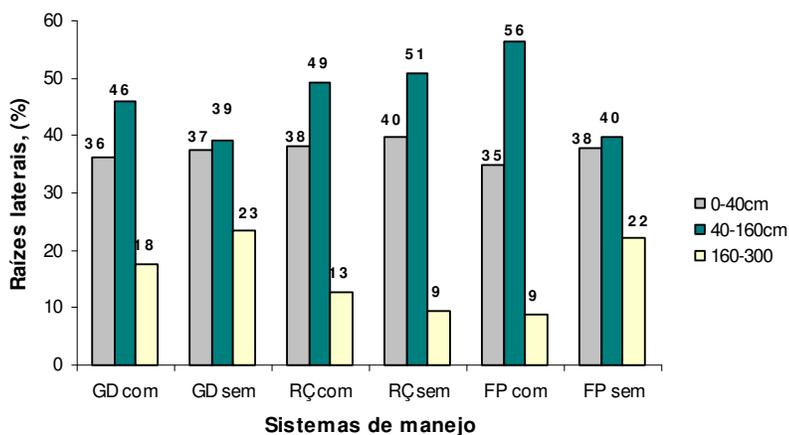


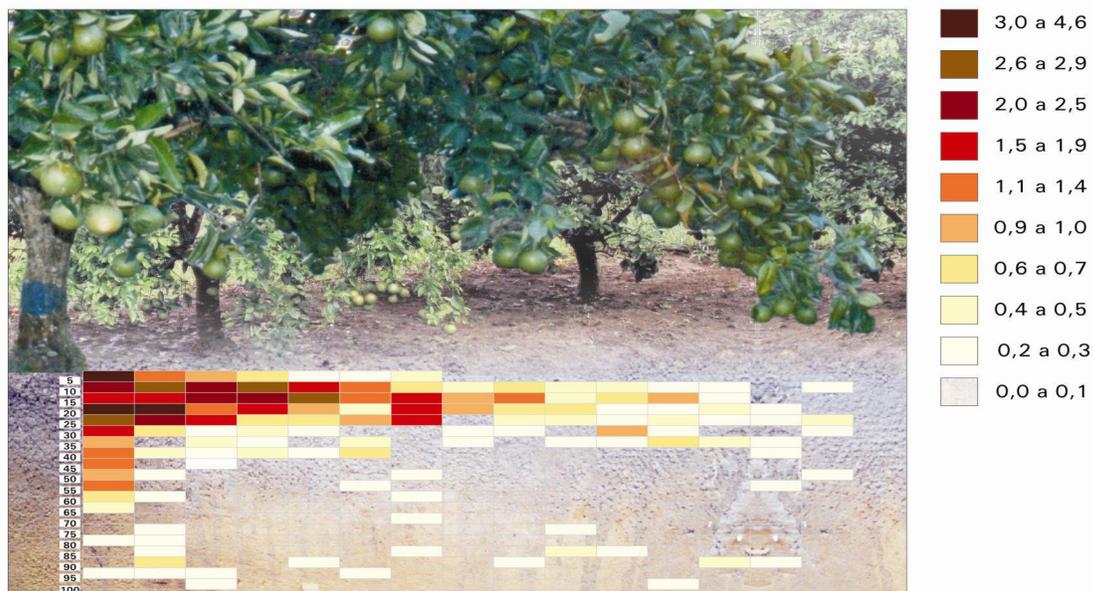
Figura 2.5. Distribuição lateral das raízes de citros na entrelinha sob sistemas de manejo-grade, roçadeira e feijão de porco com e sem subsolagem, até 1m de profundidade

2.3.4. Distribuição do sistema radicular dos citros na ausência e presença da subsolagem

A representação esquemática apresentada na figura 2.6 corresponde à média de nove repetições de todas as trincheiras na ausência de subsolagem e média de nove repetições de todas as trincheiras na presença de subsolagem, independentemente do sistema de manejo estudado. Observa-se, em ambas situações, o posicionamento preferencial das raízes na camada superficial do solo, podendo-se verificar, no entanto, que o tratamento com subsolagem apresenta maior concentração de raízes além de melhor distribuição das mesmas ao longo de 1,60 m, área correspondente a projeção da copa.

Outro fato relevante diz respeito à maior concentração das raízes em ambas situações nas proximidades do tronco, em raio de 0,6 m. Como o método utilizado para medição do comprimento das raízes prevê o afinamento das mesmas, deixando-as com o mesmo diâmetro, pode-se inferir que é neste raio que se concentra a maior densidade de raízes, sabendo-se no entanto, que é onde se concentra grande quantidade de raízes grossas e com baixa atividade. Essa característica é um indicador de que não se deve relegar esta área quando forem definidas as práticas culturais no pomar, envolvendo eliminação da vegetação espontânea, adubação e irrigação, entre outras.

(a)



(b)



Figura 2.6. Representação em cores da distribuição geral do comprimento de raízes de 'Pêra' sobre 'Cravo' em cm /100cm² de área no sentido ortogonal à linha de plantio em área de 3m comprimento por 1m de profundidade de 5 em 5cm na ausência(a) e presença de subsolagem (b), independente dos sistemas de manejo.

2.4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir, Com base nas condições edafoclimáticas onde foi realizada a pesquisa, pode-se concluir que:

1. pomar de laranjeira 'Pêra' sobre o limoeiro 'Cravo', na região Centro Sul do estado de Sergipe, tem o sistema radicular distribuído predominantemente na profundidade de 0-20cm;
2. a distribuição lateral do sistema radicular da laranjeira 'Pêra' sobre o limoeiro 'Cravo', situa-se predominantemente no raio correspondente a projeção da copa;
3. a adubação nos pomares adultos deve ser localizada preferencialmente nos 2/3 terços finais no raio da projeção da copa das plantas;
4. o sistema de manejo do solo com feijão de porco na presença de subsolagem proporciona maior comprimento total e aprofundamento do sistema radicular dos citros.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLI, I.; MINATEL, A. L. G.; BERALDO, J. M. G.; COSTA, B. F.; MORAES, M. Influência da subsolagem e adubação verde no sistema radicular de citros em um Latossolo Vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31,2003. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2003. CD-ROM

ANJOS, J. L.; SOBRAL, L. F.; BARRETO, A. C. Comportamento das leguminosas na produção de citros em ARGISSOLO AMARELO dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 13. 2000, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 2000. CD-ROM.

BODIN, I.; NEVES, C.S.V.J.; AINDA, F.T.; SOUZA, W.R.de; DAVOGLIO JUNIOR, A.C.; FURNALETO, T. L. R.; TAVARES FILHO, J. Sistema radicular de plantas cítricas e atributos físicos do solo em um Latossolo argiloso submetido a escarificação. **Ciência Rural**, v.35, n.4, jul/ago, 2005.

CARVALHO, J. E. B. de. SOUZA, L.da S.; JORGE, L.A. de C.; RAMOS, W.; OLIVEIRA NETO, A. de C. de.; ARAUJO, A. M. de A.; LOPES, L. de C.; JESUS, M. de S. de. Manejo de coberturas do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranjeira “Pêra”. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal-SP, v.21, n.2, p.140-145. 1999.

CARVALHO, J.E.B. Manejo e controle de plantas infestantes. CURSO DE CAPACITAÇÃO DE TÉCNICAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE CITROS E AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE. Cruz das Almas, BA. 2004 EMBRAPA-CNPMF. 2004. **Anais..** (DOCUMENTOS 140-CD).

CARVALHO, J. E. B. de. Manejo do Solo em Pomares. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-produção integrada, 6. 2000. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 2000. p.107-145.

CARVALHO, J. E. B. de; VARGAS, L. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Frutíferas. In: VARGAS, L. ROMAN, E.S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. EMBRAPA. p.481-517, 2004.

CARY, P. R. The residual effects of nitrogen, calcium and soil management treatments on yield, fruit size and composition of citrus. **Journal of Horticultural Science**. 1972, 47, 479-491.

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro**. 1997. 90p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CINTRA, F.L.D. Distribuição do sistema radicular na presença de horizontes coesos. In: CINTRA, F.L.D.; ANJOS, J.L.; MELLO IVO, W.M.P. WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS **Anais...** 28 a 30 nov/2001. EMBRAPA – CPATC. 2001, p.19-46.

CINTRA, F.L.D.; NEVES, C.S.V.J. Aspectos metodológicos do estudo de sistema radicular de plantas perenes através de imagens. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.3, p.91-94, 1996.

CINTRA, F. L D ; ANJOS, J. L. ; SILVA, I. de F. ; PEREIRA, W.E. . Distribuição do sistema radicular dos citros em Argissolo dos tabuleiros costeiros sob sistemas de manejo com grade, roçadeira, leguminosa e subsolagem.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, Recife, 2005, **Anais...**Recife: SBSC, 2005

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, F. Das C.; ARAUJO, E. C. E.; e VASCONCELOS, L. F. L. . Distribuição de raízes de laranja “Pêra” sob sequeiro e irrigação por microaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.603-611, maio 2002.

CRUVINEL, P. E.; CRESTANA, S.; JORGE, L. A. C. de. Métodos e aplicações do processamento de imagens digitais. In: CRESTANA, S. et al. (Ed.) **Instrumentação agropecuária**; contribuições no limiar do novo século. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1996. cap. 3, p.91-151.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos** - Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. xxvi, 412p.

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R. & FORMIGA, R.A. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1975b. 505p. (Boletim técnico, 36; Série Recursos de Solos, 6)

JORGE, L.A.C. Recomendações práticas para utilização do SIARCS 3.0 nos estudos de raízes, cobertura vegetal, folhas e outras aplicações. São Carlos: EMBRAPA,CNPDIA, 1996. 34p. (EMBRAPA-CNPDIA. Circular Técnica).

MAZZA, J.A.; VITTI, G. C.; PEREIRA, H. S.; MENEZES, G. M.; TAGLIARINI, C. H. Influência da compactação no desenvolvimento do sistema radicular de citros: sugestão de método qualitativo de avaliação e recomendações de manejo. **Laranja**, Cordeirópolis, 15(2): 263-275, 1994.

MOREIRA, C.S. O sistema radicular das plantas cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-FISIOLOGIA, 2., 1992, Bebedouro,SP. **Anais...** Campinas-SP: Fundação Cargill, 1992, p.182-186.

NEVES, C.S.V.J. **Influência de sistemas de manejo em características de tangerina “Poncã” sobre limão “Cravo” e de um Latossolo Roxo**. 1998. 158p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” -Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

NEVES, C.S.V.J.; MURATA, I. M.; STENZEL, N. M. C.; MEDINA, C. de C. ; BORGES, A. V. Root distribution of rootstocks for ‘Tahiti’ lime. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61,n.1, p. 94-99, jan/fev. 2004.

PACE, C.A.M.; ARAÚJO, C.M. Estudo da distribuição do sistema radicular de porta-enxertos cítricos em solos podzolizados e sua relação com a formação de copas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, 1986. **Anais...** Brasília: SBF, 1986. v.1, p.199-205.

REZENDE, J.de O. Reflexões sobre as limitações agrícolas e o manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros.In: ARAÚJO,Q.R. (Organizador). REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA-500 anos de uso do solo no Brasil, 13, Ilheus.2002. **Anais...Ilhéus,BA: 2002,p.463-520**

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

SOUZA, L. D.; RIBEIRO, L. Da S.; SOUZA, L. Da S.; LEDO, C. A. Da S.; PEIXOTO, C. A. B. Raízes dos citros nos tabuleiros costeiros: posição e volume em função da profundidade de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2004: SBF (CD-ROM).

SOUZA, L. da S.; PEIXOTO, C. A. B.; SOUZA, L. D.; LEDO, C. A. Da S.; RIBEIRO, L.da S. Sistema radicular dos citros nos tabuleiros costeiros: alterações em função da profundidade de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis, 2004: SBF (CD-ROM).

SOUZA,L.da S., SOUZA, L.D.; CALDAS, R.C. Identificação da coesão com base em atributos físicos convencionais em solos de tabuleiros costeiros. In: CINTRA, F. L. D.; ANJOS, J. L.; MELLO IVO, W. M. P. WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. **Anais...** 28 a 30 nov/2001. EMBRAPA – CPATC. 2001, p.169-190.

ZANINI, J.R.; PAVANI, L.C. Irrigação em citros. In: DONADIO, L.C(ed.). SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS- tratos culturais, 5. 1998. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p.409-442.

CAPÍTULO 3

EFEITO DO MANEJO DE UM ARGISSOLO DE TABULEIRO NA FERTILIDADE DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE PLANTAS CÍTRICAS

RESUMO

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS. Efeito do manejo de um Argissolo de tabuleiro na fertilidade do solo e no desenvolvimento e produção de plantas cítricas. Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, março de 2006. 26p. il. Tese. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Ivandro de França da Silva.

O manejo do solo na entrelinha dos pomares de citros visa o controle da vegetação espontânea para evitar competição por água e nutrientes. Além disso, são pesquisadas alternativas mais conservacionistas que contribuam para a melhoria física, química e biológica dos solos, principalmente nos dos tabuleiros costeiros do nordeste, que têm baixa fertilidade natural e problemas físicos de coesão em horizontes subsuperficiais, limitantes ao aprofundamento das raízes tornando-as mais susceptíveis aos períodos secos, com reflexos no desenvolvimento das plantas, produtividade e qualidade dos frutos. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do manejo na fertilidade do solo e no desenvolvimento e produção de citros ('Pêra' sobre 'Cravo'), sob sistemas mecânicos e com leguminosa num Argissolo de tabuleiro. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com 3 repetições em esquema experimental de parcelas subdivididas, sendo os tratamentos: 1) grade o ano inteiro com subsolagem 2) grade o ano inteiro sem subsolagem; 3) roçadeira no período das águas e grade no período seco com subsolagem; 4) roçadeira no período das águas e grade no período seco sem subsolagem; 5) feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D. C.) no período das águas e grade no período seco, com subsolagem; 6) feijão-de-porco no período das águas e grade no período seco sem subsolagem. Os subtratamentos para produtividade foram quatro anos (2001; 2002; 2003; 2004). Quanto á fertilidade, os subtratamentos corresponderam a 4 profundidades. A subsolagem não influenciou nas variáveis estudadas. O manejo com grade influenciou na diminuição M.O., Ca^{2+} e K^+ do solo. Não houve influência dos sistemas de manejo no peso médio de frutos, no estado nutricional e no desenvolvimento das plantas. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) na produtividade maior no sistema com grade o ano inteiro e da leguminosa em relação ao sistema com roçadeira, independente da subsolagem. As chuvas anuais tiveram grande influência na produção do pomar, sobrepondo-se aos efeitos dos sistemas de manejo aplicados. Houve tendência de maior índice de eficiência de produção (kg frutos por m^3 de copa) no sistema de manejo com uso do feijão-de-porco.

Temas de indexação: adubo verde, manejo; peso de frutos; produção subsolagem; vigor citros

ABSTRACT

JOÉZIO LUIZ DOS ANJOS. **Growth and yield of citrus trees under different tillage methods and green covercropping with or without subsoiling in tableland argisol.** Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, mar. of 2006. 26p. il. Thesis. Agrarian Science Center of UFPB- Agronomy Pos Graduation Program. Adviser: Prof. Dr. Ivandro de França da Silva.

The soil management in the citrus orchard aims to control weed mainly due to the water and nutrients competition. Moreover, there is a search for alternatives that would increase the physical, chemical and biological qualities of soils, mainly in coastal tableland soils which are hardsetting soils causing limitation in root penetration and less resistance to dry season resulting in impairment of tree growth, productivity and fruit quality. This study aimed at to evaluate the growth and yield of Pêra orange on Rangpur lime under different tillage methods and intercropping of green cover in a Brazilian northeastern tableland argisol. It was used a randomized block design with 3 replications arranged as a split plot scheme with six tillage methods in the rows, as treatments: 1. Subsoiling and harrowing all over the year; 2. No subsoiling and harrowing all over the year. 3. Mowing in the rainy season (From April to September) and harrowing in the dry season (October to March) with subsoiling. 4. Mowing in rainy season and harrowing in the dry one without subsoiling. 5. Intercropping of jackbean (*Canavalia ensiformis*. D.C) in the rainy season and harrowing in the dry one with subsoiling. 6. Intercropping of jackbean in rainy season and harrowing in dry one without subsoiling. As sub treatment for productivity it was taken the harvest years (from 2001 to 2004). For soil amelioration, the sub treatments were four soil depths. As results it was shown the following. The subsoiling gives no effects on the studied variables. As the same, the different tillage methods give no influence to the mean weight of fruits, neither to nutrient condition and growth of the trees. The mean year vegetative mass in the rows was higher when mowing was used and lower when harrowing worked. It was significant difference in the mean fruit yield. In the methods with mowing it was significantly the least, in spite of the subsoiling. Soil fertility was significantly more poor when harrowing. The annual rains have great impact to the orchard production overlaying the effect of the different tillage methods. It was observed the best efficient yield rate (kg of fruit. m⁻³ of canopy) in the systems using jackbean.

Index terms: canopy, citrus fruits green manure, soil management; subsoiling; yield

3.1. INTRODUÇÃO

Há mais de duas décadas vêm sendo realizadas pesquisas sobre o manejo do solo no controle da vegetação espontânea nos pomares de citros, a exemplo de Passos et al. (1973); Vasconcelos et al. (1976) e Rodriguez (1980). Os métodos mais utilizados atualmente são: pomar gradeado na entrelinha o ano inteiro e capina ou herbicida na linha; solo gradeado no período seco e roçado no período das águas na entrelinha e capina ou herbicida na linha; e solo gradeado no período seco e plantio de leguminosa no período das águas, com capina ou herbicida na linha.

O objetivo do manejo do solo em pomar de citros é evitar a competição da vegetação espontânea com as plantas cítricas por água e nutrientes, para se obter melhor desenvolvimento das plantas, maior produtividade e qualidade de frutos. Além disso, o manejo também visa a proteção do solo contra a degradação, buscando melhorias físicas, químicas e biológicas do solo.

Estudo com cinco sistemas de manejo na entrelinha de pomar de tangerina ‘Poncã’ sobre ‘Cravo’, em Latossolo Roxo do Paraná, foi realizado por Neves (1998). Foram testados sistemas com grade, roçadeira e leguminosas, durante 9 anos, não havendo influência dos tratamentos na produção e na qualidade dos frutos, nos atributos químicos do solo e no estado nutricional das plantas

Em São Paulo, Tersí (2001) também cita resultado de pesquisa sobre manejo de Argissolo em pomar de laranja ‘Valência’ sobre ‘Cravo’, com duração de 8 anos. Nesse experimento foram testados sete tratamentos com herbicida, grade, roçadeira e enxada rotativa, aplicadas de diferentes formas na linha e entrelinha. Houve pouca influência do manejo no desenvolvimento das plantas cítricas e a produtividade foi melhor com herbicida na linha e roçadeira na entrelinha. Portanto, o autor concluiu ser desnecessário o uso de grade em pomar de citros.

Em relação ao manejo de solo envolvendo subsolagem, Rezende et al. (2002) observaram resposta dessa prática juntamente com a calagem na linha de plantio de pomar de ‘Murcott’ sobre limão ‘Cravo’ em Latossolo Amarelo dos tabuleiros, em Rio Real-BA. Após dois anos do plantio, os autores verificaram maior desenvolvimento das plantas cítricas com maior produtividade e frutos de melhor qualidade. A explicação, segundo os autores, foi o

maior desenvolvimento das raízes explorando maior volume de solo, como resultado da prática da subsolagem.

Estudos também relacionados a manejo do solo com subsolagem foram relatados por Carvalho et al. (1999) e Carvalho (2000), apresentando resultados favoráveis do manejo de pomar de citros com feijão-de-porco e subsolagem na entrelinha, e de herbicida na linha de plantio. Pomares da Bahia, Sergipe e São Paulo, onde foram realizadas essas pesquisas, tiveram maior rendimento e melhorias nas condições físicas do solo. Em função desses e outros resultados, Carvalho e Vargas (2004) citam as vantagens do manejo de solo utilizando coberturas vegetais com leguminosas na entrelinha de pomares, além da subsolagem, quando necessária, e discutem as possibilidades de adoção dos mesmos para frutíferas em geral, considerando resultados positivos nessa linha para citros, mamão, manga e maracujá.

Em São Paulo, atualmente a subsolagem é mais utilizada na linha de plantio de pomar em implantação ou, em toda a área, em reforma de pomar velho, ou em situação de compactação em profundidade superior a 25-30 cm (Sanches, 1998). A não recomendação depois da implantação do pomar, principalmente em pomar adulto é por causa da possibilidade de danificar as raízes (Tersi e Rosa, 1995). Além disso, 1 a 2 anos depois da subsolagem, segundo Demattê e Vitti (1992) e confirmado por Andriolli et al. (2003) os efeitos físicos não mais existem.

Em Sergipe, pesquisa de Prudente et al. (2004) sobre desenvolvimento de laranjeira 'Pêra' e produtividade em competição de porta enxertos, por cinco anos, resultou em ótimo desenvolvimento de plantas e altas produtividades (cerca de 40 t ha⁻¹) das plantas cítricas acompanhadas de boa qualidade de frutos. O manejo do solo adotado nessa pesquisa de alto rendimento foi feijão-de-porco no período das águas e grade no período seco, demonstrando também a adequação das variedades às condições desse ecossistema.

É importante que o desenvolvimento da tecnologia para produção esteja estreitamente relacionado com o ecossistema das culturas até porque as variáveis deste influenciam no desenvolvimento das plantas (Cintra, 2001).

Essa afirmação pode ser também demonstrada em pesquisa de Coelho et al. (2002) sobre sistema radicular de citros sob irrigação e em área de sequeiro dos tabuleiros do Piauí. Nessa pesquisa, encontraram maior crescimento das raízes de citros com irrigação com reflexo no desenvolvimento da copa das plantas, cujo diâmetro médio foi de 4,3 m, enquanto que nas não irrigadas o diâmetro médio da copa foi de 2,6 m. Esses resultados correspondem a assertiva de Moreshet et al. (1983), citados por Zanini e Pavani (1998), que o desenvolvimento

das raízes dos citros é limitado em ambiente seco, mas, as plantas cítricas podem sobreviver em solos rasos embora desenvolvendo menor porte.

Ainda sobre o efeito do manejo e do ambiente na cultura dos citros, Tubelis et al. (1999) estudaram a relação entre a produção de laranjeira “Westin” e as precipitações em Botucatu, SP, por vários anos, e verificaram correlação positiva entre a produção e os valores mensais da precipitação. Esses resultados sinalizam para que sejam observados outros fatores, além do manejo, relacionados com a variação da produção anual de citros também nos tabuleiros costeiros.

Diante da situação apresentada, a pesquisa foi conduzida com o objetivo de analisar o desenvolvimento e produção de plantas cítricas em Argissolo de tabuleiro sob sistemas de manejo mecânico e biológico.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve início em 1994, com a implantação de um pomar de citros com copa de laranjeira 'Pêra' D6 (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*, Osbeck.), no Campo Experimental de Umbaúba (CEU) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, no município de Umbaúba-Sergipe, cujas coordenadas geográficas locais são 11°22'37" S, 37° 40' 26" W, altitude média é de 109 m e o clima, caracterizado segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' tropical chuvoso com verão seco (Jacomine et al., 1972).

Dados climáticos de 11 anos de observação indicam a temperatura média de 24,1°C, umidade relativa de 81,4% e precipitação pluvial média anual de 1.317,9 mm. O solo local é classificado como PODZÓLICO ACINZENTADO distrófico com fragipã Tb A fraco textura média fase floresta subperenifolia relevo plano, de acordo com descrição em trabalho de tese de Cintra (1997), sendo atualmente denominado ARGISSOLO ACINZENTADO (EMBRAPA, 1999). A análise da fertilidade do solo, de acordo com EMBRAPA (1997), no início da pesquisa, é apresentada na tabela 3.1 e na tabela 3.2 estão os dados de precipitação pluvial mensal e anual, correspondentes aos anos de produção.

Tabela 3.1- Análise da fertilidade do solo nas profundidades 0-20 e 20-40cm, em 1994¹

Profundidade	Determinações							
	M.O.	pH	Ca +Mg	Ca	Mg	Al	P	K
cm	g kg ⁻¹	água	----- cmolc dm ⁻³ -----			----- mg kg ⁻¹ -----		
0-20	3,46	5,23	2,35	1,03	1,32	0,05	2,37	52,18
20-40	2,41	5,12	1,50	0,75	0,75	0,12	1,47	39,33

Tabela 3.2. Dados pluviométricos do ano 2000 a 2003, no Campo Experimental de Umbaúba*

Ano	Precipitação pluvial mensal												Total anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	----- mm -----												
2000	105,4	171,6	81,4	254,3	125,8	212,5	95,4	189,9	366,2	30,2	131,8	93,6	1.858,1
2001	39,8	24,4	147,0	150,2	79,7	249,7	245,4	168,2	171,2	109,0	12,8	70,2	1.467,6
2002	221,2	44,6	73,9	80,0	161,2	223,3	121,3	87,3	91,4	13,0	42,0	70,2	1.229,4
2003	20,0	107,6	82,2	133,5	339,8	201,9	189,4	138,0	176,4	95,9	127,7	1,2	1.613,6
Média	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.542,2

*Fonte: T.A. Paulo Sérgio da Mota- supervisor do Campo Experimental de Umbaúba - CPATC-EMBRAPA responsável pela leitura diária que é repassada para Instituições Estaduais.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema experimental de parcelas subdivididas, onde foram testados quatro tratamentos de manejo das entrelinhas, nas parcelas: A) subsolagem 1 ano após o plantio; B) subsolagem 1 ano e 6 anos após o plantio; C) sem subsolagem; e D) subsolagem 6 anos após o plantio, e quatro tratamentos nas subparcelas: a) grade no período das chuvas e no período seco; b) roçagem no período das chuvas e grade no período seco; c) feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.) no período das chuvas, roçado e incorporado na floração e grade no período seco; d) feijão-de-porco no período das chuvas apenas roçado na floração e grade no período seco.

No período seco, os tratamentos com grade foram aplicados na entrelinha quando a vegetação espontânea atingia 20 cm de altura e, no período das águas, os tratamentos com grade e roçagem eram aplicados quando a vegetação espontânea atingia 50 cm. Nas linhas do pomar o controle da vegetação espontânea foi feito à base de herbicida pós-emergente, à base de glifosate, em dose de 1% v/v, que era aplicado no início do período seco (set-out) e no início do período das águas (abr-maio).

A subsolagem foi realizada em dois períodos, 1,5 e 5,5 anos após a implantação do pomar, em março de 1996 e março de 2000, respectivamente. O subsolador utilizado foi o modelo DMB com 2 hastes subsoladoras distantes 0,70 m entre si, a uma profundidade de trabalho de 0,60 m. No momento da operação o solo apresentava, em média, umidade gravimétrica de 10% até 0,60 m de profundidade.

A primeira subsolagem (março de 1996) foi realizada numa faixa de 4 m de largura nas entrelinhas das plantas que apresentam espaçamento de 6 m. Na segunda subsolagem (março de 2000), a aplicação correspondeu a apenas 3 m de largura, na entrelinha, devido a distância de 1,5 m de raio de proteção de cada planta.

Cada parcela com área de 420 m² (24,0 m x 17,5 m) apresentou área útil de 126 m² (12 m x 10,5 m). Considerando 6 tratamentos e 3 repetições, a área da pesquisa foi de 0,756 ha. As 6 plantas úteis de cada parcela foram cercadas por 14 plantas bordaduras.

O pomar foi implantado em área recém desmatada e preparada com aração e gradagem após a destoca e limpeza de raízes. A calagem foi realizada antes da implantação com base na análise de solo (Tabela 3.1). As mudas foram plantadas em covas de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, espaçadas de 6,0 m x 3,5 m, e adubadas com 300g de superfosfato simples e 1kg de calcário dolomítico

No final do período das águas (setembro-outubro) foi realizada coleta da parte aérea do feijão-de-porco por meio do lançamento de quadro de madeira de 1 m² na área útil desses tratamentos e posteriormente levada amostra desse material para estufa para obtenção da quantidade da matéria seca. A mesma técnica foi realizada para avaliação da produção de matéria seca da vegetação espontânea nos tratamentos com grade e roçadeira, nesse período.

A avaliação anual da produção de citros foi o resultado das colheitas realizadas ao longo do ano, em geral, três ao ano, em cada uma das seis plantas que compunham a área útil de cada parcela útil do experimento.

As medições da altura das plantas e volume de copa foram realizadas em campo nas plantas úteis das parcelas com régua de madeira com 4,5 metros de comprimento, adequadamente graduada em centímetros. Obtidas as médias de diâmetro e altura da copa, foi calculado o volume médio da copa das plantas úteis por fórmula citada por Figueiredo et al. (1981): $V = \frac{2}{3} \pi R^2 H$, onde V= volume da copa (m³); R= raio médio da copa (m) e H = altura da copa (m) .

Os dados de produção foram obtidos por meio de contagem dos frutos e pesagem a cada colheita e em cada uma das plantas úteis de cada parcela em todas as colheitas do período de 2001 a 2004. O cálculo da produtividade foi feito multiplicando-se o peso médio obtido nas seis plantas pelo número de plantas por hectare.

O índice de eficiência foi obtido conforme descrição feita por Prudente et al. (2004), dividindo-se a média da produção das plantas úteis de cada parcela pelo volume médio da copa das respectivas plantas.

As análises de química e fertilidade do solo foram baseadas no método da Embrapa (1997) e as determinações de macro e micronutrientes na 3ª e 4ª folhas a partir dos frutos foram baseadas em Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos a análise de variância no delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas com seis repetições. Utilizou-se o teste de Tukey a 5%, para a comparação entre as médias.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Influência dos sistemas de manejo na fertilidade do solo na entrelinha do pomar e no estado nutricional das plantas

Na avaliação da fertilidade do solo das entrelinhas do pomar (Tabela 3.3), na camada de 0-5 cm, verifica-se que o teor de matéria orgânica encontra-se na faixa considerada média (20-40 g kg⁻¹). Na camada 0-20 cm, observa-se que o teor médio dos tratamentos foi de 27,5 g kg⁻¹, em 2003, e, antes da implantação era de 34,6 g kg⁻¹, verificando-se assim diminuição do teor de matéria orgânica, o que é natural devido a mobilização do solo durante todo o período de implantação e de condução do pomar, proporcionando a oxidação da M.O. pela exposição do solo a maiores temperaturas, além da redução do aporte de material orgânico.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre os sistemas de manejo, o feijão-de-porco teve tendência de melhor desempenho, possivelmente, por influência da presença de vegetação espontânea nesse tratamento, onde o feijão-de-porco foi plantado apenas no período das águas (maio/junho até setembro). Silva (1995) também não evidenciou diferença de teor de M.O. em parcelas com leguminosa e com adubação convencional, citando a possibilidade da presença da vegetação espontânea ter influenciado.

Por outro lado, Silva et al. (2002) ressalta a capacidade de reciclagem e recuperação de quantidade significativa de nutrientes no solo pelas leguminosas, com destaque para N, K, Ca e P, podendo ainda promover a substituição ou redução parcial de adubação nitrogenada mineral nos citros.

Há também possibilidade do feijão-de-porco intercalado ter promovido o incremento mínimo de carbono orgânico e nitrogênio total com melhorias na qualidade do solo não contabilizadas pelas análises. Bayer et al. (2003) em cinco anos de pesquisa sobre a influência de leguminosas intercalares com milho, em Latossolo cultivado intensivamente e com redução do teor de C orgânico, em Chapecó, SC, observaram incremento anual de C orgânico e nitrogênio total, assim como aumento da CTC do solo.

Quanto ao sistema de manejo roçadeira com subsolagem, esse apresentou teor significativamente maior de fósforo em relação aos demais tratamentos, o que pode ter sido devido à maior adaptação da vegetação espontânea em absorver e reciclar fósforo nesse ambiente.

Ficou também evidenciado, nessa camada do solo (0-5 cm), maiores teores significativos ($P < 0,05$) de K^+ e Ca^{2+} nos sistemas com feijão-de-porco em relação ao tratamento com grade, o que vem confirmar que o uso de grade no pomar, além do aspecto negativo para a conservação do solo (Carvalho, 2000), promove também diminuição dos teores de nutrientes, enquanto que o sistema de manejo com feijão-de-porco sinaliza para benefícios de conservação do solo e de reciclagem de nutrientes. Esses resultados estão coerentes com trabalhos de Silva (1995), Carvalho et al. (2001) e Carvalho (2004), os quais destacam o potencial das leguminosas como culturas intercalares.

Na camada 0-20 cm da entrelinha do pomar, resultados semelhantes em relação a grade quanto aos menores teores de K^+ e Ca^{2+} , quando comparados ao sistema de manejo com feijão-de-porco. Em relação à fertilidade do solo, a implantação de pomar em área antes sob mata, promoveu diminuição da M.O., elevação dos teores de K e P (possivelmente devido a vegetação espontânea), de Ca e pH (devido a calagem). Apesar da calagem com calcário dolomítico, houve diminuição do teor de Mg das camadas avaliadas, talvez pela fácil mobilidade do mesmo (Quaggio, 1991).

Tabela 3.3. Fertilidade do solo da área nas camadas 0-5 cm e 0-20 cm, em 2003

Tratamentos	Determinações					
	<i>MO</i>	<i>pH</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>
	g kg ⁻¹	Água (1:2,5)	--- -mg kg ⁻¹ ---		----- mmol.kg ⁻¹ -----	
----- 0-5 cm -----						
Grade com subsolagem	27,3 a	6,17 ab	6,30 b	116,37 b	21,2 b	7,5 a
Grade sem subsolagem	36,3 a	6,20 a	8,97 ab	178,77 ab	24,4 ab	6,7 a
Roçadeira com subsolagem	29,3 a	6,00 b	10,73 a	178,63ab	24,3 ab	6,1 a
Roçadeira sem subsolagem	29,0 a	6,20 a	5,70 b	170,53 ab	24,4 ab	5,1 a
F. de porco com subsolagem	31,3 a	6,17 ab	6,50 b	139,83 ab	28,3 a	5,9 a
F. de porco sem subsolagem	33,3 a	6,10 ab	8,87 b	199,67 a	29,2 a	7,8 a
----- 0-20 cm -----						
Grade com subsolagem	23,5 a	6,07 ab	4,02 a	93,9 a	1,93 b	0,76 a
Grade sem subsolagem	28,7 a	6,08 ab	4,29 a	111,5a	2,36ab	0,62 a
Roçadeira com subsolagem	29,8 a	6,13 a	5,05 a	114,6a	2,45ab	0,70 a
Roçadeira sem subsolagem	28,4 a	6,19 a	4,16 a	99,8 a	2,60a	0,69 a
F. de porco com subsolagem	26,1 a	5,90 b	6,48 a	106,8a	2,26ab	0,61 a
F. de porco sem subsolagem	28,3 a	6,03 b	5,00 a	124,6a	2,50ab	0,81 a
Ponto zero – 1994 (0-20cm)	3,46	5,23	2,37	52,2	1,03	1,32
<i>CV %</i>	18,9	1,53	35,32	35,53	12,91	22,73
<i>CV₂ %</i>	13,9	1,21	31,38	22,18	9,26	18,19
<i>DMS</i>	1,034±0,24	0,192±0,04	3,828±0,90	70,24±16,3	0,594±0,14	0,3328±0,0

Os teores de nutrientes considerados adequados para a laranjeira ‘Pêra’, baseados em análises de planta-folhas, são apresentados pelo Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (GPACC, 1994): N - 23 a 27 g kg⁻¹; P - 1,2 a 1,6 g kg⁻¹; K - 10 a 15 g kg⁻¹; Ca - 35 a 45 g kg⁻¹; Mg - 2,5 a 4,0 g kg⁻¹; B - 36 a 100 mg kg⁻¹ Cu - 4,1 a 10 mg kg⁻¹; Zn e Mn - 35 a 50 mg kg⁻¹.

Na tabela 3.4 estão os resultados de análise foliar dos citros. De acordo com interpretação do GPACC (1994), descrito no parágrafo anterior, observa-se que o pomar está com níveis adequados de NPK, com concentração de N alta (> 30 g kg⁻¹), com níveis de Ca e Mg nas folhas refletindo bem a aplicação de calcário dolomítico que tem sido feita em toda a área do pomar. Em relação aos micronutrientes, os níveis de B e Cu estão na faixa considerada adequada, e há deficiência de Zn que é diagnosticada comumente na região citrícola, até mesmo em pomares que recebem adubação foliar.

Em estudo sobre leguminosas como culturas intercalares em citros e a influência no estado nutricional de pomar em formação, Silva (1995) observou apenas influência das leguminosas (crotalária, guandu e feijão-de-porco) no teor de N dos citros sendo suficiente inclusive para substituição parcial ou total da adubação nitrogenada mineral. Quanto aos demais nutrientes, o autor cita que não houve influência.

Em estudos de médio e longo prazo sobre manejo de solo na entrelinha de pomares de citros também envolvendo leguminosas nos tratamentos, São José (1998) e Neves (1998) não observaram influência das leguminosas no estado nutricional da laranjeira ‘Hamlin’ e tangerina ‘Poncã’, respectivamente.

Tabela 3.4. Estado nutricional do pomar em 2003, com 9 anos. Média de análise foliar

Tratamentos	Determinações							
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Zn</i>	<i>B</i>	<i>Cu</i>
	----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ⁻¹ -----			
Grade com subsolagem	31,0	1,5	16,5	31,0	3,4	14,2	56,2	9,0
Grade sem subsolagem	31,0	1,6	18,0	39,9	3,4	12,6	68,6	6,0
Roçadeira com subsolagem	29,7	1,6	17,8	32,1	3,3	13,1	53,5	7,8
Roçadeira sem subsolagem	29,7	1,4	15,9	35,2	3,5	13,5	57,7	6,2
F. de porco com subsolagem	30,8	1,6	16,1	34,2	3,4	12,4	49,1	6,3
F. de porco sem subsolagem	30,6	1,6	16,1	35,2	3,4	17,9	54,7	6,8
Média	30,5	1,6	16,7	34,6	3,4	13,9	56,6	7,0

3.3.2. Produção de fitomassa seca na entrelinha do pomar

Na produção média de fitomassa (seca) produzida na entrelinha do pomar, no final do período das chuvas, nos três anos avaliados (Tabela 3.5), verifica-se maior produção no sistema de manejo com roçadeira ($3,4 \text{ t ha}^{-1}$) seguida da fitomassa do sistema de manejo com feijão-de-porco ($2,8 \text{ t ha}^{-1}$), e por último, a fitomassa das parcelas do sistema de manejo com grade o ano inteiro ($1,46 \text{ t ha}^{-1}$). Barreto e Fernandes (2001) relatam produção de fitomassa seca de feijão-de-porco próxima à obtida nesta pesquisa, no mesmo ambiente de tabuleiros de Sergipe. O valor de $7,72 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca do feijão-de-porco em plantio “solteiro”, obtido pelos autores, certamente teria competição em consórcio com os citros que ocupariam área equivalente à 0,5 hectare no consórcio, portanto, a fitomassa produzida corresponderia à metade. Resultado também semelhante ao desta pesquisa ocorreu em investigação sobre consórcio de leguminosas em citros, em São Paulo, de acordo com Silva (1995) e Silva et al. (2002), cujo valor da fitomassa seca do feijão-de-porco correspondeu a $3,03 \text{ t ha}^{-1}$.

As parcelas sob os tratamentos com roçadeira apresentaram tendência para maior produção de fitomassa (Tabela 3.5) até porque a vegetação espontânea no período das chuvas é apenas roçada e, mesmo sendo gradeada no período seco, as raízes da vegetação espontânea além de melhor adaptação ao ambiente dos tabuleiros, não são destruídas freqüentemente, por esse manejo, principalmente no período das chuvas. Já nas parcelas com grade o ano inteiro não há muita chance de desenvolvimento da vegetação espontânea e raízes devido à maior destruição pela gradagem.

Quanto ao sistema de manejo com feijão-de-porco, embora essa leguminosa apresente crescimento rápido e agressivo, a fitomassa seca é menor que a da vegetação espontânea das parcelas sem feijão-de-porco e tem relação C/N baixa. Um fator relacionado à diferença entre as médias de produção de fitomassa dentro dos tratamentos, a cada ano (Tabela 3.5), pode estar relacionada à condição climática, conforme cita Silva (1995), principalmente à distribuição da precipitação pluvial.

Tabela 3.5. Produção de fitomassa seca* do feijão-de-porco e da vegetação espontânea em parcelas com grade e com roçadeira na entrelinha do pomar de 2000 a 2002

Fitomassa	Ano			Média anual
	2000	2001	2002	
	-----*t ha ⁻¹ -----			
V. espontânea- grade	1,60	1,80	1,00	1,46
V. espontânea - roçadeira	2,60	3,30	4,20	3,40
Feijão-de-porco	1,75	2,40	4,20	2,78

*Na quantificação da fitomassa na entrelinha do pomar foi calculado t/ha/2.

O teor de nutrientes do feijão-de-porco e da vegetação espontânea são apresentados na tabela 3.6. Observa-se que o feijão-de-porco apresenta alto teor de nitrogênio devido à fixação biológica e apresenta também teores razoáveis de K e Ca para a reciclagem de camadas mais profundas para serem disponibilizados às raízes dos citros após a mineralização da M.O. da fitomassa. Esses teores de nutrientes estão próximos dos apresentados por Carvalho (2000), Barreto e Fernandes (2001) no ambiente dos tabuleiros costeiros e por Silva (1995) e Silva et al. (2002), em São Paulo.

Deve-se ressaltar também a importância dos teores de nutrientes apresentados pela vegetação espontânea em K, Ca e até mesmo em N embora com teor bem abaixo daquele apresentado pelo feijão-de-porco, pois, além dos nutrientes, essa vegetação espontânea tem importância na estrutura do solo (Silva e Mielniczuk, 1998), pela presença de gramíneas, de raízes e da relação C/N de fitomassa diversificada, assim como, bem manejada, serve de abrigo e alimento para inimigos naturais e predadores de pragas de citros (Gravena, 1998), importantes para a produção integrada dos citros.

Com a quantidade anual de matéria seca (Tabela 3.5) e os teores de nutrientes do feijão-de-porco (Tabela 3.6), verifica-se o potencial de uso dessa leguminosa como adubo verde e para controle da vegetação espontânea em pomar de citros, por promover a adição de 93 kg ha⁻¹ de nitrogênio e reciclagem anual de 46 kg ha⁻¹ de potássio e 33 kg ha⁻¹ de cálcio, além dos aspectos físicos como estrutura do solo (Silva, 1998).

Tabela 3.6. Teor de nutrientes da parte aérea da vegetação espontânea e do feijão-de-porco

Fitomassa	Determinações				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g kg ⁻¹ -----				
Vegetação espontânea	13,1	1,4	16,2	10,7	2,4
Feijão-de-porco	33,9	1,8	16,6	11,9	2,1

3.3.3. Altura das plantas

Na figura 3.1a e 3.1b são apresentados os comportamentos das plantas cítricas aos seis e aos nove anos, na ausência e na presença da subsolagem, para os diferentes sistemas de manejo testados (grade, roçadeira, feijão-de-porco). Também são apresentados nas figuras 3.1c e 3.1d os efeitos na altura das plantas cítricas da presença e ausência de subsolagem, independentemente dos sistemas de manejo.

Pelos resultados, verifica-se que as plantas em 2000, aos seis anos de idade, apresentavam uma altura média de 230cm (Figura 3.1a), enquanto que em 2004, aos nove anos, a altura média foi de 295cm (Figura 3.1b). Em ambas avaliações não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos. Em 2000, os tratamentos sem subsolagem apresentaram tendência de melhor desempenho, entretanto, essa tendência não foi verificada em 2004, onde os tratamentos submetidos à subsolagem, nos últimos quatro anos, apresentaram aumento em altura, o que proporcionou às plantas uma uniformidade na altura dos citros sob utilização dos sistemas de manejo com grade, com roçadeira e com feijão-de-porco, como também sob influência da subsolagem (Figura 3.1b).

Não houve influência da subsolagem na altura das plantas nas duas épocas de avaliação, independente dos sistemas de manejo do solo com grade, com roçadeira ou com feijão-de-porco (Figura 3.1c). Também não houve influência da ação isolada dos sistemas de manejo na altura das plantas, independentemente da subsolagem (Figura 3.1d), nas duas épocas avaliadas. Apesar disso, é interessante observar que na primeira subsolagem (ano de 1996), as plantas cítricas tinham 1,5ano de idade, e apresentaram tendência de menores alturas, em 2000. Possivelmente, a subsolagem deve ter provocado alguma perturbação leve às raízes ainda jovens, em fase de adaptação ao ambiente do solo, ou as fissuras no solo provocadas pela subsolagem devem ter proporcionado maior evaporação no período seco e as plantas ainda jovens, sentiram esse efeito no crescimento. Esse mesmo efeito não se manifestou na última subsolagem em 2000, quando as plantas estavam com 5,5 anos de idade, provavelmente pelo fato de estarem mais adaptadas ao ambiente.

Segundo resultados de pesquisa de Costa Neto (1999), métodos de controle de plantas daninhas em pomar de citros na Bahia, incluindo a subsolagem, não influenciaram na produtividade do pomar nem nas propriedades físicas do solo. Entretanto, Rezende et al. (2002), citam influência da subsolagem aplicada nas linhas de plantio, no desenvolvimento do

sistema radicular e no crescimento das tangerineiras ‘Murcott’ sobre limoeiro ‘Cravo’, nos tabuleiros costeiros da Bahia.

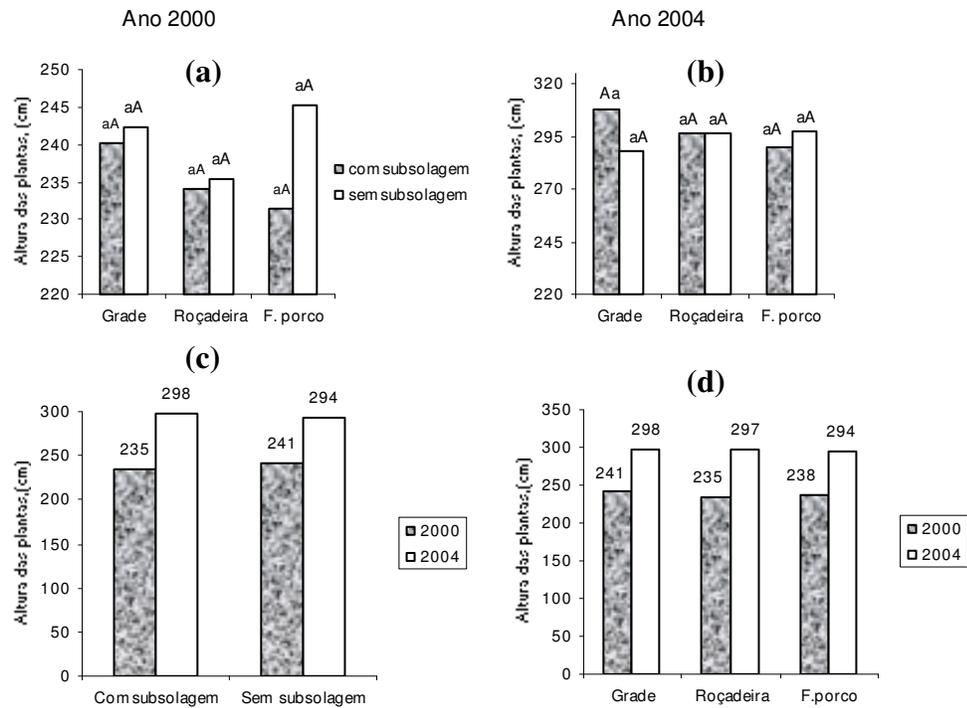


Figura 3.1. Altura das plantas cítricas nos anos 2000 (a) e 2004 (b) sob influência da subsolagem (c) e dos sistemas de manejo (d).

3.3.4. Volume da copa das plantas cítricas

Os valores de volume de copa das plantas cítricas, aos seis e aos dez anos de idade, na ausência e presença de subsolagem, sob diferentes tratamentos, são apresentados na figura 3.2. O volume da copa para os diferentes sistemas de manejo (grade, roçadeira e feijão-de-porco), nas duas épocas avaliadas, são apresentados nas figuras 3.2a e 3.2b, respectivamente, as quais não apresentam diferenças significativas, porém tendência de maior volume de copa para os tratamentos sem subsolagem na primeira avaliação, em 2000 (Figura 3.2a), possivelmente porque na 1ª subsolagem as plantas tinham 1,5 ano e houve maior perda de umidade na entrelinha. Entretanto, na segunda avaliação, em 2004, os tratamentos com subsolagem tendem a maior volume de copa (Figura 3.2b) devido as plantas já estarem melhor adaptadas ao ambiente e ao maior arejamento com a subsolagem.

Independentemente dos sistemas de manejo empregados (grade, roçadeira e feijão-de-porco), a ausência e presença da subsolagem (Figura 3.2d), em cada uma das duas épocas de avaliação, não proporcionou diferenças significativas nos volumes médios de copa das plantas cítricas. Houve elevação média de 58,6% no volume de copa das plantas nas duas condições (com e sem subsolagem) na segunda avaliação em relação à primeira. O mesmo ocorreu com os sistemas de manejo (grade, roçadeira e feijão-de-porco), independentes da subsolagem (Figura 3.2c), com aumento médio do volume da copa das plantas de 58%, na segunda avaliação (ano 2004) em relação à primeira (ano 2000).

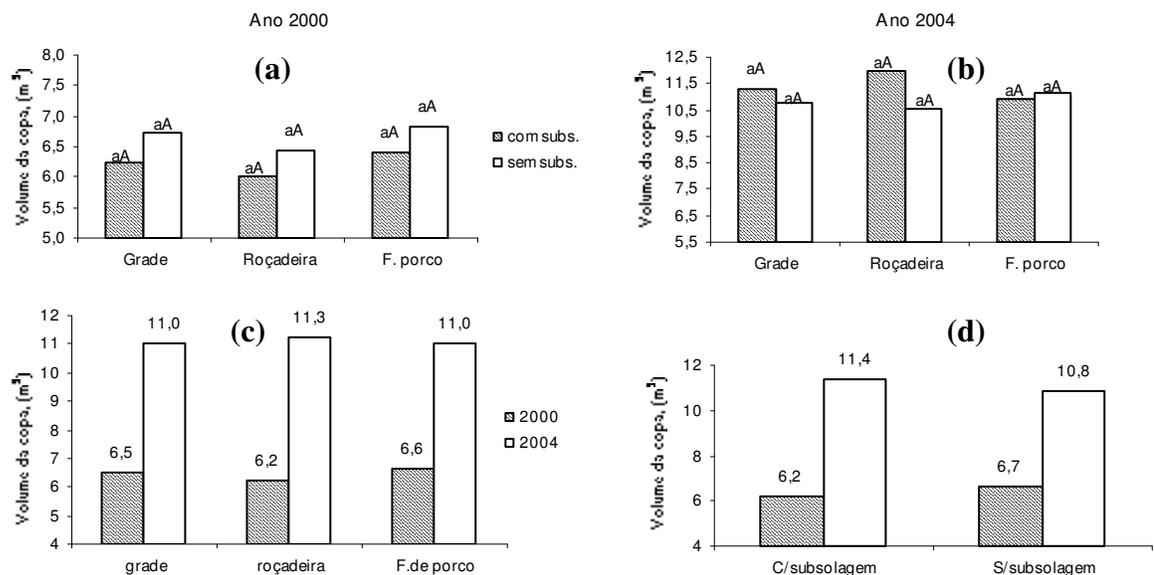


Figura 3.2. Volume de copa das plantas cítricas sob diferentes sistemas de manejo para o ano de 2000 (a) e 2004 (b) e sob influência dos sistemas de manejo (c) e da subsolagem utilizados (d).

Nas figuras 3.2c e 3.2d verifica-se o efeito isolado dos sistemas de manejo e da subsolagem, respectivamente. O volume da copa não sofreu influência das variáveis analisadas. Volume de copa na faixa de 11 m³, para um pomar com 10 anos de idade, está abaixo do volume da copa de pomar de citros relatado por Prudente et al. (2004), com valor de 20 m³, na mesma região avaliada, possivelmente devido ao menor espaçamento que foi 6,0 m por 3,5 m. Também está abaixo de dados de volume de copa apresentados por Anjos (1997) em plantas de laranjeira 'Pêra' D6 sobre limoeiro 'Cravo', com 15 anos, em espaçamento 6,0m x 4,0m no mesmo campo experimental, com valores em torno de 30m³.

Quando comparado o volume da copa de plantas cítricas obtidos nessa pesquisa com o da classificação de cultivares comerciais implantadas sobre o limoeiro 'Cravo', apresentada por Passos et al. (1977), é possível constatar que o volume está abaixo da Classe IV, em que as plantas têm porte médio (3 a 4m de altura e comprimento de circunferência de 13 a 16 m).

3.3.5. Produtividade das plantas cítricas

A produção total acumulada de frutos em 4 anos para os diferentes sistemas de manejo na ausência e presença de subsolagem e para os sistemas de manejo independentemente do uso de subsolador, são apresentados na figura 3.3. Dos resultados (Figura 3.3a), verifica-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os sistemas de manejo com grade e com feijão-de-porco na ausência e presença da subsolagem. Por outro lado, a produção de citros desses sistemas foi significativamente maior ($P<0,05$) que a do sistema de manejo com roçadeira na ausência e presença de subsolagem. A produtividade média anual de frutos para os quatro anos avaliados ficou em torno de $30,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, no sistema de manejo com feijão-de-porco, $29,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, no sistema de manejo com grade, e $24,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, no sistema de manejo com roçadeira, na ausência e na presença de subsolagem (Figura 3.3 a).

Embora os sistemas de manejo tenham apresentado efeitos significativos, não houve influência da subsolagem. Lima et al. (2000) também não observaram influência da subsolagem na entrelinha do pomar de citros em SP, enquanto que Rezende et al. (2002), relatam influência da aplicação da subsolagem na linha de plantio, associada à calagem, no desenvolvimento das plantas e produtividade da tangerineira 'Murcott', em Latossolo dos tabuleiros da Bahia.

Independente do uso da subsolagem nos sistemas de manejo, pode ser verificado que os tratamentos com grade e feijão-de-porco (Figura 3.3b) foram significativamente superiores ($P<0,05$) em produção acumulada de frutos de citros quando comparado ao tratamento com roçadeira.

A menor produtividade obtida no sistema de manejo com roçadeira pode ter ocorrido, possivelmente, pelo fato da vegetação espontânea ter sido eliminada no período seco com grade. A operação superficial com grade (5 a 10 cm de profundidade), pode não ter sido suficiente para a eliminação total do sistema radicular da vegetação espontânea, com ocorrência de recuperação rápida dessa vegetação com as chuvas de verão, aumentando a competição com as plantas cítricas por água.

Esse fato não ocorre no tratamento com grade o ano inteiro (período de chuva e período seco) e também com o uso de feijão-de-porco no período das águas e grade no período seco. O feijão controla rapidamente a vegetação espontânea nas entrelinhas do pomar, diminuindo, dessa forma, a capacidade de recuperação dessa vegetação. Além desse aspecto, a leguminosa adiciona nitrogênio pela fixação biológica, e contribui com aportes de material orgânico de baixa relação C/N, mais favorável à decomposição rápida e disponibilização de nutrientes reciclados das camadas inferiores (Carvalho, 2000).

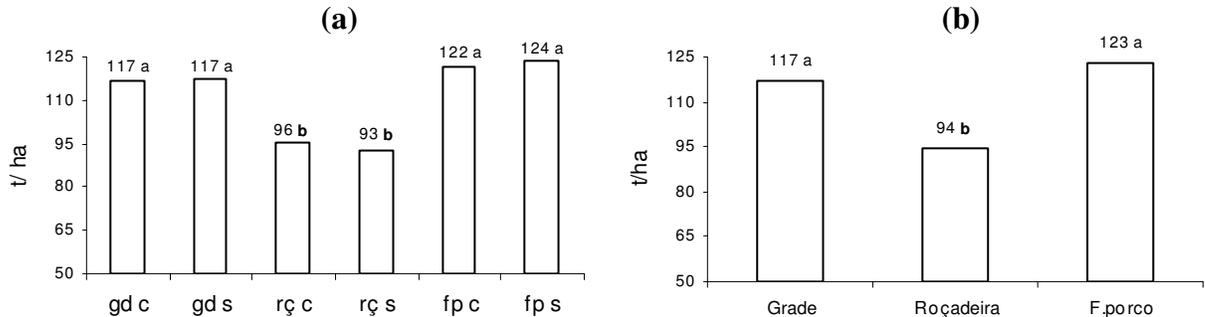


Figura.3.3 Produção acumulada de frutos em quatro anos sob sistemas de manejo (grade-gd, roçadeira-rç e feijão-de-porco-fp) na presença (c) e ausência (s) de subsolagem (a) e sob sistemas de manejo independentes da subsolagem (b).

Na figura 3.4, são apresentadas as produtividades médias anuais de frutos nos sistemas de manejo com grade, com roçadeira e com feijão-de-porco, independente da subsolagem (Figura 3.4a), e da produtividade média de citros sob efeito da subsolagem independente dos sistemas de manejo (Figura 3.4b) e da distribuição anual da precipitação pluvial. Apesar dos sistemas de manejo com feijão-de-porco e com grade não apresentarem diferença significativa, houve tendência de melhores médias para o sistema com leguminosa, à exceção do ano 2003. As menores médias foram observadas no sistema com roçadeira. Nos sistemas de manejo, independente da subsolagem, a predominância do feijão-de-porco e grade sobre a roçagem foi mantido em todos os anos avaliados (Figura 4a), confirmando o não efeito da subsolagem, como prática melhoradora das condições do solo.

Em pesquisa sobre os efeitos do manejo do solo em pomares, Cintra e Coelho (1987) observaram que apesar do manejo com roçadeira ter apresentado melhoraria nas condições físicas do solo, gerou problemas de competição da vegetação espontânea com as plantas cítricas, por água e nutrientes. Também Pedrinho Junior et al. (2002) citam que apesar do

manejo com grade o ano todo ter apresentado produtividade semelhante a outros sistemas de manejo, pode causar degradação do solo e diminuir a capacidade produtiva do pomar com o tempo.

A grade promove problemas à conservação do solo porque facilita a compactação e deixa o solo descoberto o ano todo, no período seco e das águas, o que promove a aceleração da mineralização da fitomassa, destruindo a estrutura superficial e acelerando a erosão (Sanches, 1998).

Dos resultados de produtividade média de frutos apresentados na figura 3.4a e 3.4b, verifica-se que independentemente de tratamentos e de uso da subsolagem, diminui do primeiro até o terceiro ano (2001 a 2003), elevando-se no quarto ano avaliado, demonstrando que além dos efeitos apresentados pelos sistemas de manejo do solo na produtividade dos citros nos tabuleiros costeiros, as condições pluviométricas (Figura 3.5) exercem forte influência (Tubelis et al., 1999), superando o próprio manejo aplicado à cultura. Portanto, considerando o período anual seco, nesse ambiente, é pertinente a preocupação de se manejar o solo com práticas voltadas para a conservação e para à melhoria das condições físicas, mas principalmente, visando a manutenção e/ou prolongamento da umidade do solo (Souza, 1996; Cintra, 1997; Cintra e Libardi 1998; Carvalho, 2000; Araújo Filho, 2001 e Rezende et al., 2002).

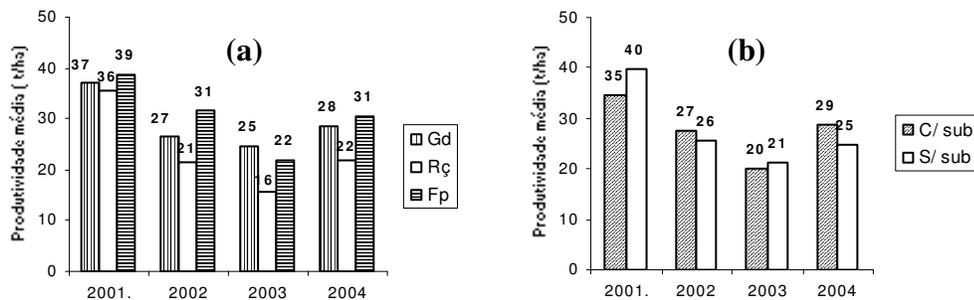


Figura 3.4 Produtividade média anual de frutos nos sistemas de manejo (grade, roçadeira e feijão-de-porco) independentes da subsolagem (a), e efeito da subsolagem, independente dos sistemas de manejo (b).

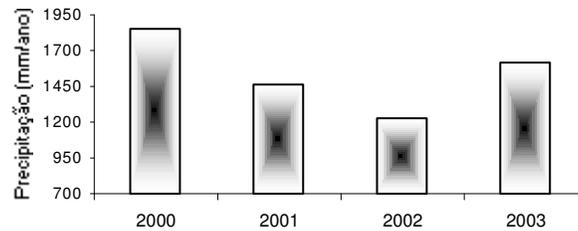


Figura 3.5. Precipitação pluvial anual na área da pesquisa durante quatro anos.

3.3.6. Peso médio de frutos

Para o peso médio dos frutos nos diferentes tratamentos, não houve efeito significativo dos sistemas de manejo com grade, roçadeira e feijão-de-porco, na ausência e presença da prática da subsolagem (Tabela 3.6). Os valores médios do peso dos frutos da laranjeira ‘Pêra’ D6 sobre o limoeiro ‘Cravo’, são correspondentes aos apresentados por Anjos (1997) e Prudente et al. (2004) para a mesma região citrícola nos tabuleiros de Sergipe.

Dos dados da tabela 3.6, observa-se uma tendência do peso médio dos frutos ser maior em anos de menor produtividade, fato não observado nos resultados de Prudente et al. (2004), possivelmente, por estarem envolvidos outros fatores além da copa/porta-enxerto como adubação (Sobral et al., 2000), do espaçamento (Koller et al. 1988), da produtividade e do estado nutricional do pomar.

O peso médio dos frutos para todos os tratamentos foi de 195 g, próximo das 180g mencionada por Silva (1995) e Prudente (2004), mas está acima do peso médio de fruto de 145 g relatado por Figueiredo (1991). Possivelmente, pode ter relação com a alta produtividade considerada pelo autor (250 kg de frutos por planta), cerca de 6 caixas por planta, o que promove a diminuição do peso médio do fruto (Silva, 1995). No presente estudo, a produtividade máxima foi de 40 t ha⁻¹ com uma população de 476 plantas ha⁻¹, portanto, com produção por planta de apenas duas caixas, o que pode ter elevado o valor do peso médio do fruto.

Essa variação no peso médio do fruto é dependente dos citados fatores, a exemplo do relato de pesquisa de Carvalho et al. (2002) com ‘Pêra’ sobre ‘Cravo’ em duas áreas na Bahia, uma teve frutos com peso médio de 145,6 g (Rio Real-BA) e a outra área com frutos com

241,5 g (Conceição do Almeida-BA), em iguais sistemas de manejo com feijão-de-porco e subsolagem.

Tabela 3.7. Peso médio dos frutos por sistemas de manejo na ausência e presença da subsolagem para o período de 2001 a 2004

<i>Tratamentos</i>	<i>Peso médio dos frutos por ano</i>				<i>Média- anos</i>
	2001	2002	2003	2004	
	-----g-----				
Grade com subsolagem	188,2aB	176,2aB	231,8aA	214,5aA	203a
Grade sem subsolagem	176,7aB	170,3aB	223,0aA	203,8aA	193a
Roçadeira com subsolagem	174,3aB	151,2aB	228,7aA	215,5aA	192a
Roçadeira sem subsolagem	185,0aB	158,3aC	221,8aA	202,3aAB	192a
F.de porco com subsolagem	192,0aB	164,3aC	212,2aAB	225,2aA	198a
F. de porco sem subsolagem	179,8aB	159,0aB	223,2aA	204,2aA	192a

DMS_{trat} 31,87 - 7,73; DMS_{ano} 24,2+-6,54 ; CV_{1%} -13,21; CV_{2%} - 8,21

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna e maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste Tukey (P>0,05).

3.3.7. Índice de eficiência das plantas

Como a produtividade do pomar em 2001 foi a melhor, e o volume médio da copa das plantas era menor (6,0 a 6,5 m³), o índice de eficiência médio das plantas de todos os tratamentos foi próximo de 12 kg m⁻³ de copa (Figura 3.5). No ano de 2004, a produtividade foi menor que em 2001, e as plantas estavam com um volume de copa bem maior (cerca de 11m³), portanto, o índice de eficiência baixou para cerca de 6 kg m⁻³ de copa no sistema de manejo com feijão-de-porco, de 5 e 4 kg m⁻³ para o sistemas com grade e roçadeira, respectivamente (Figura 3.5).

A tendência dos melhores índices de rendimento (6 kg m⁻³) ocorreu nos sistemas de manejo com feijão-de-porco, na presença da subsolagem. Índices de eficiência semelhantes aos obtidos na pesquisa, foram divulgados por Prudente et al. (2004), na mesma região citrícola dos tabuleiros costeiros. Valores menores foram relatados por Ledo et al. (1999), com média de 2,7 kg m⁻³ em de pomar de Pêra sobre Cravo, na Região Amazônica. Esse fato demonstra o grande o potencial dos tabuleiros costeiros para a fruticultura (Carvalho, 2004; Cintra et al., 2005), em que pese algumas limitações edafoclimáticas.

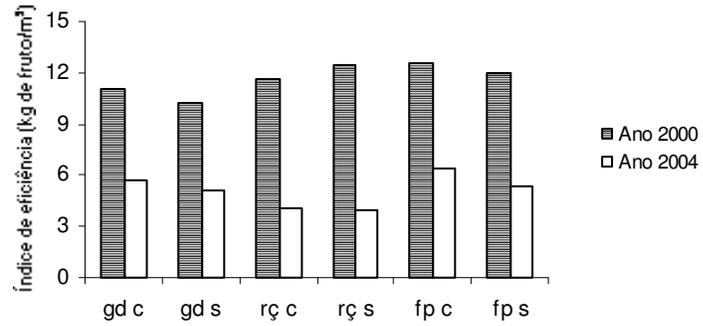


Figura 3.5. Índice de eficiência de produção das plantas cítricas nos anos 2000 e 2004 sob sistemas de manejo (gd-grade; rç-roçadeira; fp-feijão-de-porco) na (s)-ausência e (c) presença da subsolagem.

3.4. CONCLUSÕES

Conclui-se com base nos resultados obtidos e condições edafoclimáticas da pesquisa que:

- 1 o sistema de manejo na entrelinha do pomar utilizando feijão-de-porco no período de chuva e grade no período seco, e o sistema de manejo com grade o ano inteiro, promovem maior produtividade da laranjeira ‘Pêra’ e maiores índices de eficiência das plantas, independentes da subsolagem;
- 2 o uso do sistema de manejo com feijão-de-porco promove melhoria na fertilidade do solo na entrelinha do pomar, contrariamente ao sistema com grade o ano inteiro;
- 3 o estado nutricional do pomar não depende do manejo do solo na entrelinha e sim da adubação realizada.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLI, I.; MINATEL, A. L. G.; BERALDO, J. M. G.; COSTA, B. F.; MORAES, M. Influência da subsolagem e adubação verde no sistema radicular de citros em um Latossolo Vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31,2003. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2003. CD-ROM

ANJOS, J. L. **Calagem pelo método de saturação por bases em um solo dos tabuleiros costeiros de Sergipe cultivado com citros**. 1997. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Recife. 1997.

ARAUJO FILHO, J. C. ; CARVALHO, A.; SILVA, F. B. R. Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001.p.123-142.

BARRETO, A. C. ; FERNANDES, M. F.. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001 (Circular Técnica).

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num Latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.469-475, maio-jun, 2003.

CARVALHO, J. E. B. ; SOUZA, L. S. ; CALDAS, R. C. ; ANTAS, P. E. U. T. ; ARAÚJO, A. M. A. ; LOPES, L. C. ; SANTOS, R. C. ; LOPES, N. C. M. ; SOUZA, A. L. V. . Leguminosa no controle integrado de plantas daninhas para aumentar a produtividade da laranja 'pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 01, p. 82-85, 2002.

CARVALHO, J. E. B. ; SOUZA, L. S. ; JORGE, L. A. C. ; RAMOS, W. F. ; COSTA NETO, A. O. ; ARAÚJO, A. M. A. ; LOPES, L. C. ; JESUS, M. S. . Manejo de coberturas do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pêra' **Revista Brasileira de Fruticultura**, JABOTICABAL, SP., v. 21, n. 02, p. 140-145, 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, março/abril. 2001.

CARVALHO, J. E. B. Manejo e controle de plantas infestantes. CURSO DE CAPACITAÇÃO DE TÉCNICAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO INTEGRADA DE CITROS E AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE. Cruz das Almas, BA. 2004 EMBRAPA-CNPMPF. 2004. **Anais...** (DOCUMENTOS 140-CD ROM).

CARVALHO, J. E. B. de. Manejo do Solo em Pomares. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS- produção integrada, 6. 2000. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 2000. p.107-145.

CARVALHO, J. E. B.de; VARGAS, L. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Frutíferas. In: VARGAS, L. ROMAN, E. S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. EMBRAPA. p.481-517.2004.

CINTRA, F. L. D. ; ANJOS, J.L. ; SILVA, I. De F. Da. ; PEREIRA, W.E. Distribuição do sistema radicular dos citros em argissolo dos tabuleiros costeiros sob sistemas de manejo com grade, roçadeira, leguminosa e subsolagem. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, Recife,2005. **Anais...** Recife: SBCS., 2005, 4p.

CINTRA, F. L.D Distribuição do sistema radicular na presença de horizontes coesos. In: CINTRA, F. L.D.; ANJOS, J. L.; MELLO IVO, W.M.P (Eds.). WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. **Anais...** 28 a 30 nov. 2001. EMBRAPA – CPATC. 2001, p.229-239.

CINTRA, F. L. D. and LIBARDI, P. L. Physical characterization of a soil class of the "tabuleiro costeiro" ecosystem. **Scientia Agricola**. 1998, vol.55, n.3, p.367-378.

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro**. Piracicaba, 90p. Tese (Doutorado) ESALQ/USP.1997.

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

COELHO, E. F. ; OLIVEIRA, F. C. ; ARAÚJO, E. C. E. ; VASCONCELOS, L. F. L. Distribuição de raízes de laranja Pera sob sequeiro e irrigação por micropaspersão em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 603-611, 2002.

COSTA NETO, A.O. **Efeito de métodos de controle de plantas daninhas e subsolagem sobre a produtividade da laranja ‘Pera’(Citrus sinensis L. Osbeck) em Rio Real/BA**. p.47. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia.1999.

DEMATTE, J.L.; VITTI, G.C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 2. 1992, Bebedouro, SP. **Anais...** Fisiologia. Fundação Cargill, 1992.p.67-99.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1997. p.125-134.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos** - Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. xxvi, 412p.

FIGUEIREDO, J. O. Competição de dez porta-enxertos para laranjeira Barão (C. sinensis (L.) OSBECK. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1981, Recife,PE. **Anais...** Recife: RBF, 1981, v.2, p.501-516.

FIGUEIREDO, J. O. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMÉPU JUNIOR, J.; AMARO, A. A.. **Citricultura Brasileira**. 2ª edição, Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991, p.228-264.

GRAVENA, S. Manejo ecológico de pragas dos citros-conceitos, princípios e aplicação. In: DONADIO, L. C.; RODRIGUEZ, O (Eds.) SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-tratos culturais, 5., Bebedouro, 1998. **Anais...** Bebedouro; Fundação Cargill, 1998, p.221-249.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITRUS: recomendações de adubação e calagem para citrus no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, SP, 1994. 27p.

JACOMINE, P. K. T. ; MONTENEGRO, J. O.; RIBEIRO, M. R.; FORMIGA, R. A. **Levantamento Exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. Recife. EMBRAPA-Centro de Pesquisas Pedológicas. 1975/SUDENE (Boletim Técnico).

KOLLER, O. C. ; MARODIN, G. A. B. ; SCHWARZ, S. F. ; NIENOW, A. A.. Influence of plant spacings on the production of orange trees *Citrus sinensis* (L.) Osbeck budded on three rootstocks. In: International Citrus Congress Middle East, 1988, Tel-Aviv. **Book of Abstracts**. Tel-Aviv : International Society of Citricultura, 1988. p. 216-216.

LEDO, A. da S. ; LEDO, J. da S. ; RITIZINGER, R.; CUNHA SOBRINHO, A.P.da. Porta-enxertos para laranjeiras-doces (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) em Rio Branco, Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p. 1211-1216, jul, 1999.

LIMA, R. S. S.; ANDRIOLI, I.; NATALE, W.; BERALDO, José Marcos Garrido. Subsolagem de um Latossolo Vermelho-escuro, cultivado com laranjeira Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Efeito no estado nutricional e na produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA,13, 2000, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus : CEPLAC/UNOESTE, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações**. 2.ed., Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MORESHET, S.; COHEN, Y.; FUCHS, M. Response of mature Shamouti orange trees to irrigation of different soil volumes at similar levels of available water. **Irrigation Science**, Israel, v.3, p.223-36, 1983.

NEVES, C. S. V. J. **Influência de sistemas de manejo em características de tangerina ‘Poncã’ sobre limão ‘Cravo’ e de um Latossolo Roxo**. 1998. 158p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo/Piracicaba.

PASSOS, O. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; COELHO, Y. S.; Manejo de solo em pomar de citros In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2. Viçosa, 1973. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973, v.1, p.249-256.

PASSOS, O. S.; COELHO, Y. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. 1977. Variedades copa e porta-enxertos de citros. In: ENCONTRO NACIONAL DE CITRICULTURA, 4. **Anais...** Aracaju, p.21-42.

PEDRINHO JUNIOR, A. F. F. Manejo do solo associado à diferentes coberturas vegetais e sua interferência na produtividade da laranjeira 'Pêra'. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Belém. 2002 (resumo expandido).

PRUDENTE, R. M, SILVA, L. M. S. da.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. Behavior of Pera orange on five different rootstocks in Brazilian coastal tableland ecosystem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, apr. 2004, vol.26, n.1, p.110-112.

QUAGGIO, J. A. **Respostas da laranjeira valência sobre limoeiro cravo a calagem e ao equilíbrio de bases no solo.** 1991. 80p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Piracicaba/SP.

REZENDE, J. de O. ; MAGALHÃES, Antônia Fonseca de Jesus ; SHIBATA, Roberto Toyohiro ; ROCHA, E. S. ; FERNANDES, Jairo Costa ; BRANDÃO, F. J. C. ; REZENDE, Vicente José Ribeiro Peixoto . Citricultura nos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros:análise e sugestões. 1. ed. Salvador, Bahia: SEAGRI/SPA. 2002, 97p. (Série Estudos Agrícolas; 3).

REZENDE, J. de O. . Reflexão sobre as limitações agrícolas e o manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: Quintino Reis Araujo. (Org.). 500 Anos de Uso do Solo no Brasil. 1 ed. Ilhéus, Bahia: Editus, 2002, p. 463-520.

REZENDE, J. de O. ; MAGALHÃES, A. F. J. ; SHIBATA, R. T. ; ROCHA, E. S. ; FERNANDES, J. C ; BRANDÃO, F. J. C. ; REZENDE, V. J. R. P. ; BRITO, A. S. . Efeitos da subsolagem e da correção da acidez em Latossolo Amarelo Coeso e conseqüências no comportamento do cultivar tangor Murcott . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. 2002, Belém, Pará. **Anais...** do Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002.(Resumo expandido)

RODRIGUEZ, O. Nutrição e adubação dos citros . In: Rodriguez e Viegas. **Citricultura brasileira**, Campinas, Fundação Cargill, 1980. v2, p.387-430.

SANCHES, A. C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: DONADIO, L. C.; RODRIGUEZ, O (Eds.) SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-tratos culturais, 5., Bebedouro, 1998. **Anais...** Bebedouro : Fundação Cargill, 1998, p.167-187.

SÃO JOSÉ, A. R. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na formação de pomar de laranjeira 'Hamlin' (Citrus sinensis(L) Osbeck). 1998, 117p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Jaboticabal/SP.

SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.311-317, 1998.

- SILVA, J. A. A. **Consortiação de adubos verdes na cultura de citros em formação**. 1995. 114p. Dissertação (*Mestrado em Ciência do Solo*) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba/SP .
- SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranjeira ‘Pêra’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1 p.225-230. 2002.
- SILVA, M.M. A cobertura vegetal do solo na citricultura. In: DONADIO, L. C.; RODRIGUEZ, O. (Eds.) SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-tratos culturais, 5., Bebedouro,1998. **Anais...** Bebedouro; Fundação Cargill, 1998, p.203-219.
- SOBRAL, L. F. SOUZA, L.F.da S.; MAGALHÃES, A. F. de J.; SILVA, J.U.B. Resposta da laranjeira-pêra à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um latossolo amarelo dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, fev. 2000.
- SOUZA, L .S. Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS: pesquisa & desenvolvimento para os tabuleiros costeiros. **Anais...** Aracaju : CPATC/EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, p.36-75, 1996.
- TERSI, F.E.A. & ROSA, S. M. A subsolagem no manejo de solo par os pomares de citros. **Laranja**. Cordeirópolis, São Paulo, v.16, n.2 p. 289-298, 1995.
- TERSI, F.E.A. **Avaliação de métodos de manejo do solo e de plantas daninhas em um pomar de laranjeira valência**. 2001, 78p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). FCAV-UNESP, Jaboticabal/SP.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A. A.; e PESSIM, G. Relações entre a produção de laranja ‘Westin’ e as precipitações em Botucatu, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,v.34, n.5, p.771-779, maio 1999.
- VASCONCELOS, H. O. et al. Manejo do solo em pomar de laranja ‘Pêra’(*Citrus sinensis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília/DF, v.11, p.43-48, 1976.
- ZANINI, J.R.; PAVANI, L.C. Irrigação em citros. In: DONADIO, L.C (Ed.). SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-tratos culturais, 5. 1998. Bebedouro. **Anais...** Bebedouro : Fundação Cargill, 1998. p.409-442.

4.CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos e nas condições edafoclimáticas onde foi realizada a pesquisa, conclui-se que:

1. A prática de subsolagem na entrelinha do pomar contribui para a melhoria de atributos físicos e hídricos, na elevação do comprimento total de raízes das plantas cítricas, quando associada ao plantio de feijão-de-porco, e promove diminuição dos efeitos negativos do manejo com grade, entretanto, essas contribuições não influenciam na produtividade do pomar;
2. O sistema radicular das plantas cítricas ('Pêra' sobre 'Cravo') é predominantemente superficial (camada 0-20cm) e restrito ao raio da projeção da copa das plantas, portanto, a adubação localizada no 2/3 terço final do raio da copa promoverá melhor aproveitamento;
3. O manejo do solo na entrelinha do pomar com feijão-de-porco associado à subsolagem promove maior comprimento de raízes;
4. O sistema de manejo de controle da vegetação espontânea pelos métodos mais conservacionistas (feijão-de-porco e roçagem) promove menor degradação da fertilidade do solo da entrelinha do pomar comparado ao manejo somente com grade;
5. Os sistemas de manejo não influenciam no crescimento, volume da copa e estado nutricional das plantas cítricas, entretanto, a melhor produtividade do pomar ocorre no sistema de manejo com feijão-de-porco no período das águas incorporado superficialmente com grade no início do período seco, associado ao controle da vegetação espontânea no período seco com gradagem superficial, independente da subsolagem.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)