



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

**INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM, SISTEMA DE
PLANTIO E PORTA-ENXERTO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR
TANGERINEIRA-TANGELO PAGE EM SOLO COESO DOS
TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA**

ZINALDO SILVEIRA VELAME

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JUNHO – 2010

**INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM, SISTEMA DE
PLANTIO E PORTA-ENXERTO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR
TANGERINEIRA-TANGELO PAGE EM SOLO COESO DOS
TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA**

ZINALDO SILVEIRA VELAME

Engenheiro Agrônomo
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Uso, Manejo e Conservação dos recursos naturais: Solo e Água.

Orientador: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Co-orientador: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

V432

Velame, Zinaldo Silveira.

Influência da subsolagem , calagem, sistema de plantio e porta-enxerto no crescimento da cultivar tangerineira-tangelo page em solo coeso dos Tabuleiros Costeiros da Bahia. / Zinaldo Silveira Velame.-. 2010.

106 f; il.

Orientador: Joelito de Oliveira Rezende.

Co-orientador: Luciano da Silva Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Área de Concentração: Agronomia (Ciência do Solo).

1. Tangerina – cultivo. 2. Tangerina - cultivar. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
(Orientador)

Prof. Dr. Sérgio Roberto Lemos de Carvalho
Faculdade Maria Milza – FAMAM
FACEMP
Pesquisador da EBDA

Dr. Walter Soares Santos Filho
Pesquisador da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em

.....
Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

.....

...Penso que cumprir a vida seja simplesmente compreender a marcha e ir tocando em frente... (Almir Sater – Renato Teixeira)

Dedico

Aos meus pais Isac Estrela Velame e Valdelice Silveira Velame, pelo carinho dedicado em todos os momentos da minha vida.

Ao meu filho João Pedro Velame, por me proporcionar alegrias intensas e muita paz.

Agradecimentos

A Deus, pois é Ele o regente da orquestra da minha vida.

À minha mãe Valdelice Silveira Velame - mulher simples, atenciosa e com muita força; tem sempre uma palavra de carinho e conforto para passar.

À minha companheira Yolanda Cavalcante e ao meu filho João Pedro Velame, por me proporcionarem momentos de pura felicidade.

Às minhas irmãs Zilma, Zenildes e Zivanilda Velame, pela força de sempre e incentivo para seguir em frente.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende, que me ajudou a realizar o Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, não medindo esforços, mesmo quando tudo parecia impossível; suas orientações e experiência fizeram-me confiante e persistente, com objetivos claros a serem alcançados.

Ao amigo pesquisador e professor Luciano da Silva Souza - pela sinceridade e valiosa co-orientação, ajudando-me inclusive com palavras de estímulo nos momentos em que precisava me empenhar mais e crescer.

Ao Engenheiro Agrônomo e parceiro de pesquisa Roberto Toyohiro Shibata, e aos seus pais, proprietários da Fazenda Lagoa do Coco, pioneira nas pesquisas com semeadura direta de citros em local definitivo.

Aos Engenheiros Agrônomos Manoel Soares dos Reis Filho e José Leoni dos Santos (coordenadores das atividades de campo dos experimentos localizados na Estação Experimental de Fruticultura de Conceição do Almeida e Fazenda Poço das Pedras, em Rio Real, respectivamente), Nilton Caldas Pereira (co-responsável pelo *BAHIACITROS*), Antonia Fonseca de Jesus Magalhães

(pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical) e Vicente José Ribeiro Peixoto Rezende (ex-pesquisador da EBDA) – todos membros pioneiros da equipe técnica do projeto - pelo compromisso com a pesquisa, companheirismo e amizade.

Ao Economista Carlos Alberto Brito e à Mestre em Agronomia Kátia R. B. Leão, ex-gerente regional e ex-subgerente de pesquisa da EBDA - Conceição do Almeida, respectivamente, pela dedicação e empenho para que se cumprisse com rigor o cronograma de execução da pesquisa.

Ao Dr. Laercio Duarte Souza, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, pelas valiosas sugestões, por disponibilizar alguns equipamentos de campo necessários às pesquisas e por autorizar a realização de algumas análises físicas do solo no laboratório sob sua responsabilidade.

Aos professores Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo e João Albany Costa, pela prestimosa orientação nas interpretações das análises estatísticas.

Aos colegas César Augusto Peixoto (mestrando da UFRB) e Carlos Humberto Calfa (doutorando da UFBA), pelos quais tenho grande apreço e amizade, pela parceria e apoio na execução deste trabalho.

Aos estudantes de graduação em Agronomia da UFRB, envolvidos no projeto por meio da iniciação científica: Patrícia Moura Neves, Karla Silva Santos, Lucilene Machado de Araujo, Carina Soares Morais, Flávia Conceição Pinto, Juan Armando Yamamura Hinostroza, Camila Dias Brasil, pela amizade e apoio na realização dos trabalhos de campo.

Aos funcionários amigos Arivaldo Conceição Santos e Roque Francisco Barbosa, pela ajuda nas análises realizadas no Laboratório de Física do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

À UFRB, EBDA, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Fazendas Lagoa do Coco e Poço das Pedras, instituições parceiras nesta pesquisa, pela inesquecível colaboração na minha formação profissional.

Ao Mestrado em Ciências Agrárias da UFRB, na pessoa da professora Ana Cristina Vello Loyola Dantas (coordenadora), pelo apoio dispensado durante o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela tão valiosa e oportuna bolsa de estudo.

Agradecimento especial

À Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia (SEAGRI), **especialmente ao então Secretário de Estado, Dr. Pedro Barbosa de Deus**, idealizador do *BAHIACITROS* – Programa de Revitalização da Citricultura do Estado da Bahia – que tinha como carro-chefe o manejo do solo. Dr. Pedro, além de idealizar e promover tal programa, muito estimulou e apoiou a parceria entre a SEAGRI-EBDA, UFRB, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e Fazenda Lagoa do Coco, assim como a realização de projetos de pesquisa com citros, a exemplo do que ora se apresenta. Acreditou e foi um entusiasta da pesquisa sobre a semeadura do porta-enxerto de citros no local definitivo.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO..... 1

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM, SISTEMA DE PLANTIO E PORTA-ENXERTO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM E SISTEMA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DO CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE ENXERTADA EM TANGERINEIRA 'SUNKY TROPICAL' EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA..... 11

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM E SISTEMA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE ENXERTADO EM LIMOEIRO 'CRAVO' EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA..... 53

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 86

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM, SISTEMA DE PLANTIO E PORTA-ENXERTO NO DESENVOLVIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA.

Autor: Zinaldo Silveira Velame

Orientador: Prof. Joelito de Oliveira Rezende

Co-orientador: Prof. Luciano da Silva Souza

RESUMO: As plantas cítricas são muito vulneráveis às condições edáficas e ao regime pluvial. A Grande Unidade de Paisagem Tabuleiros Costeiros – principal berço da citricultura baiana – não satisfaz plenamente às necessidades dessas plantas, devido principalmente às limitações físicas e químicas de seus solos e à má distribuição das chuvas. Procura-se encontrar um sistema de manejo alternativo que possibilite, com menor relação custo/benefício, maior sustentabilidade, tolerância à seca, precocidade de produção de frutos, longevidade e produtividade dos pomares cítricos nas condições geoambientais desse ambiente. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos combinados do manejo do solo (com e sem subsolagem; com e sem calcário dolomítico + gesso agrícola) e do sistema de plantio (muda e semeadura do porta-enxerto no local definitivo) no crescimento da cultivar Tangerineira-Tangelo Page enxertada em tangerineira ‘Sunki Tropical’ e em limoeiro ‘Cravo,’ em solos coesos de tabuleiros costeiros. Os experimentos foram instalados nas principais regiões citrícolas do Estado da Bahia - Recôncavo Sul e Litoral Norte - nos Municípios de Conceição do Almeida e Rio Real, respectivamente. Verificou-se que, nos dois sistemas de plantio, não houve efeito do preparo do solo nem da correção da acidez no crescimento das plantas. As diferenças observadas na altura das plantas, nos diâmetros da copa e do caule e na densidade de raízes deveu-se exclusivamente ao sistema de plantio, sendo significativamente maior nas plantas originárias da semeadura do porta-enxerto no local definitivo, independentemente do porta-enxerto.

Termos para indexação: citros, muda, semeadura do porta-enxerto no local definitivo, mudas, Tangerineira ‘Sunki Tropical’, limoeiro ‘Cravo’.

INFLUENCE OF SUBSOILING, LIMING, PLANTING SYSTEM AND ROOTSTOCK IN THE DEVELOPMENT OF CULTIVAR PAGE TANGELO-TANGERINE IN SOIL COHESIVE DEVELOPMENT OF THE COASTAL PLAINS OF THE BAHIA.

Author: Zinaldo Silveira Velame

Advisor: Prof. Joelito de Oliveira Rezende

Co-Advisor: Prof. Luciano da Silva Souza

ABSTRACT:

Citrus plants are very vulnerable to soil conditions and rainfall patterns. The Great Coastal Plains landscape Unit - the main cradle of citrus Bahia - does not fully satisfy the needs of these plants, mainly due to the limitations of their physical and chemical soil and poor rainfall distribution. We try to find an alternative management system which allows, with less cost effective, more sustainable, drought tolerance, earliness of fruit production, longevity and productivity of citrus orchards in geoenvironmental conditions of this environment. The aim of this study was to evaluate the combined effects of soil management (with and without subsoiling, with and without lime + gypsum), and the system of planting (seedling and seeding of the rootstock in situ) on the growth cultivar Page tangelo-tangerine grafted on 'Sunki Tropical' mandarin and 'Rangpur' lime, in cohesive soils of coastal plains. The experiments were conducted in major citrus regions of the State of Bahia - Recôncavo South and North Coast - the municipalities of Conceição do Almeida, Rio Real, respectively. It was found that in both tillage systems, no effect of tillage or the correction of acidity on plant growth. The observed differences in plant height, the diameter of the crown and stem and root density was due exclusively to the tillage system and was significantly higher in plants from seeding rootstock in situ, regardless of the rootstock. .

Index Terms: citrus, dumb seeding rootstock in situ, seedlings, 'Sunki Tropical' mandarin, 'Rangpur' lime.

INTRODUÇÃO

Na faixa sedimentar costeira do Brasil é possível distinguir quatro unidades de paisagem: baixada litorânea, superfícies terciárias dos baixos platôs costeiros, também denominadas tabuleiros costeiros ou simplesmente tabuleiros, superfícies terciárias muito dissecadas por linhas de erosão e bacia cretácica (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA/ Superintendência de desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, 1975). No Zoneamento Agroecológico do Nordeste (SILVA et al., 1993), os Tabuleiros Costeiros são identificados como uma grande unidade de paisagem composta por várias unidades geoambientais as quais, por definição, "são entidades espaciais onde o material de origem, a vegetação natural, o modelado, a natureza e a distribuição dos solos, em função da topografia, constituem um conjunto homogêneo, cuja variabilidade é mínima de acordo com a escala cartográfica".

A Grande unidade de paisagem dos Tabuleiros Costeiros acompanha todo o litoral do Nordeste do Brasil, em área estimada de 8,42 milhões de hectares, apresentando como característica comum a todas as dezessete unidades geoambientais que a compõem, topografia plana a suave ondulada, raramente excedendo 3%, baixa fertilidade natural e elevada profundidade dos solos (EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros - CPATC, 1994). As diferenças entre as unidades geoambientais estão, em geral, relacionadas às variações na altitude, precipitação pluvial, drenagem e, principalmente, no grau de entalhamento do solo. As áreas são predominantemente úmidas, com precipitações pluviais médias anuais variando de 1 500 a 3 000 mm na Amazônia; de 1 000 a 2 300 mm no litoral; 900 a 1 000 mm na região do médio Jequitinhonha, em Minas Gerais; de 400 a 600 mm nos Sertões de Pernambuco, Bahia e Piauí. Na Bahia, a temperatura média anual varia de 23 a 24 °C, no litoral, e de 24 a 26 °C, nas regiões mais secas (JACOMINE, 1996). A grande unidade de paisagem de tabuleiros costeiros, relacionada ao presente estudo, faz parte da unidade geoambiental identificada como "L7" no zoneamento agroecológico do Nordeste (SILVA et al., 1993), a qual

inclui a região que vai do extremo sul da Bahia até o norte do Estado de Sergipe onde predominam tabuleiros dissecados com topos planos ou arredondados.

Apesar de aparentemente uniforme, essa grande unidade de paisagem apresenta evidente diversidade de classes de solo, estando entre as mais importantes os Latossolos Amarelos, os Podzólicos Amarelos e os Podzólicos Acinzentados. Em estudo visando elucidar os principais processos envolvidos na formação dos solos de tabuleiro, Demattê et al. (1996) ressaltam que a formação dos solos nesse ecossistema está diretamente relacionada às condições de drenagem e que, apesar do relevo, em geral plano a suave ondulado, ocorrem microrelevos com tamanho e formas variáveis caracterizados pela drenagem permanentemente imperfeita. Nestas áreas situam-se os Podzólicos Acinzentados e os Podzólicos Amarelos com fragipã, duripã e lamelas de concentração de ferro, formações cuja ocorrência é dependente da drenagem do solo. Embora o sistema brasileiro de classificação de solos considere o termo “coeso” apenas para a classe dos latossolos Amarelos, há registro de ocorrência desse comportamento em Argissolos Amarelos e Argissolos Acinzentados (JACOMINE, 2001).

Os Latossolos Amarelos Coesos e Argissolos Amarelos Coesos caracterizam-se como profundos, ácidos, álicos, com baixa capacidade de troca catiônica e presença frequente de horizontes coesos. As espécies vegetais, temporárias e perenes, cultivadas nesses solos, algumas vezes com irrigação suplementar, geralmente apresentam baixo vigor vegetativo, reduzida longevidade e baixas produções, comparativamente aos mesmos cultivos em outras unidades de paisagem, devido a uma relação solo-planta fortemente influenciada pela baixa disponibilidade de nutrientes, acidez elevada e pela estrutura peculiar dos horizontes coesos - geralmente horizontes AB e BA, podendo alcançar grande parte do B (REZENDE, 2000). A ocorrência dos horizontes coesos é atribuída a processos geomórficos (ANJOS, 1985), ou seja, iniciados com a formação do solo. Entretanto, outros autores evidenciam que este comportamento advém da presença de agentes cimentantes, os quais causariam cimentações temporárias (RIBEIRO, 2001a; ARAÚJO FILHO et al., 2001) que se desfazem quando o solo é umedecido. Outro processo seria a obstrução dos

microporos por migração de materiais finos para as partes inferiores do solo (RIBEIRO, 2001a; GIAROLA & SILVA, 2002), como também o ajuste face a face das argilas, resultando em um aumento da densidade do solo (FERREIRA et al., 1999a,b). Tais horizontes não exibem agregados, salvo alguns relacionados à atividade biológica - na verdade, o horizonte todo é um único e gigantesco agregado, pois não apresenta planos de clivagem, apresentando, do ponto de vista da Pedologia, uma estrutura maciça que se quebra em fragmentos angulosos. No estado seco, apresentam consistência dura ou extremamente dura e no estado úmido tornam-se friáveis, sendo essa uma característica relevante, pois sugere que as práticas de manejo devem contribuir para conservar a umidade do solo não apenas como fator de produtividade, mas como benefício à menor resistência física à penetração de raízes (RIBEIRO, 2001).

Não obstante as limitações agrícolas citadas, tal ecossistema tem revelado grande capacidade atual e potencial para a produção de alimentos, principalmente fruticultura (laranja, limão, mamão, graviola, banana, abacaxi, maracujá, acerola, goiaba, coco etc.), matéria-prima para a indústria e biocombustíveis (SOUZA et al., 2000). Grandes áreas produtoras de alimentos estão localizadas nos tabuleiros costeiros, os quais ocupam na região Nordeste uma área estimada de 10.000.000 ha, o que corresponde a aproximadamente 16 % da área total dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará (SOUZA et al., 2001). Entretanto, em muitas áreas dos tabuleiros do norte do Estado da Bahia e em todo o Estado de Sergipe, a citricultura não tem sido bem sucedida, obtendo-se, muitas vezes, produtividades incompatíveis com os investimentos aplicados. No período de 1960 a 1990, registrou-se no Estado da Bahia um aumento de 848% na área colhida e de aproximadamente 900% na produção, porém o rendimento médio manteve-se praticamente estagnado em 13,0 toneladas de frutos por hectare – embora variáveis importantes como clones nucelares e espaçamentos densos tenham sido adotados no sistema de produção (PASSOS et al., 1998). Vários fatores são responsáveis por esse baixo rendimento, entre os quais se encontram: utilização de solo de baixa fertilidade e baixo conteúdo de matéria orgânica; má distribuição das chuvas, as quais estão concentradas em cerca de 80% num período entre

cinco e seis meses contínuos; falta de irrigação; adubações insuficientes e sua aplicação em épocas inadequadas; ocorrência de doenças e pragas; manejo incorreto do solo.

Apesar da vasta informação acumulada nos últimos anos sobre os solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, não se possui completo entendimento de como manejá-los para maximizar a produtividade e longevidade das culturas. Estudos de natureza físico-hídrica foram iniciados na década de 1960, em Pernambuco, por Oliveira et al. (1968) e Oliveira & Melo (1970), seguindo-se o período de 1970 a 1980, em que poucos trabalhos foram produzidos, a exemplo do de Haynes (1970). Nas décadas de 1990 e 2000, verificou-se uma retomada das investigações (RIBEIRO, 1991; SOUZA, 1996, 1997; CINTRA, 1997; LIBARDI & VAN LIER, 1999; REZENDE, 2000; RIBEIRO, 2001; ARAÚJO FILHO, 2001; NASCIMENTO, 2001; REZENDE et. al., 2002; LIBARDI, 2002; CINTRA et al., 2004; LIMA et al., 2005, entre outros).

Em 1996, a Universidade Federal da Bahia - UFBA (por intermédio da Escola de Agronomia e do Instituto de Geociências) e a EMBRAPA (por intermédio do então Centro de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - CNPMF e CPATC), reuniram, em Cruz das Almas, Bahia, renomados cientistas de solos para avaliarem os solos Coesos do ecossistema Tabuleiros Costeiros (I Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros). Nos Anais desta Reunião (NOGUEIRA, 1996) encontram-se três temas de palestras sobre o assunto e um resumo das ações de pesquisa necessárias ao planejamento agrícola destes solos, entre as quais se encontram sugestões de Souza (1996), consideradas no presente trabalho.

Em novembro de 2004, o Governo do Estado da Bahia, com o apoio técnico da Universidade Federal do Recôncavo - UFRB e Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, lançou o *Programa de Revitalização da Citricultura do Estado (BAHIACITROS)* - com ênfase no manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros -, o qual, nos dois anos seguintes, resultou nos seguintes benefícios ambientais, econômicos, sociais e científicos: subsolagem em 7.203 hectares; correção do solo, com calcário dolomítico + gesso agrícola, em uma área de 6.090 hectares; implantação de 5.800 hectares de pomares; recuperação

de 6.130 hectares de pomares; construção de três biofábricas em pontos estratégicos da região citrícola do Estado (Municípios de Conceição do Almeida, Alagoinhas e Rio Real) para a produção de 1.740.000 (um milhão e setecentos e quarenta mil) borbulhas por ano, para garantir material genético de boa procedência e limpo, isto é, livre de pragas; capacitação de 3.000 citricultores; assistência técnica continuada a 4.918 citricultores familiares; implantação de 12 unidades de experimentação e demonstração (UED) em pontos estratégicos da citricultura baiana (regiões econômicas Recôncavo Sul, Nordeste e Litoral Norte). Em sintonia com esse programa de revitalização da citricultura baiana, idealizaram-se ações de pesquisa com o objetivo de Identificar e sugerir um modelo de manejo que possibilite, com sustentabilidade e menor relação custo/benefício, maior desenvolvimento e produtividade de pomares cítricos nas condições geoambientais da Unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros.

Diante do exposto, procura-se encontrar um sistema de manejo alternativo que possibilite, com menor relação custo/benefício, maior sustentabilidade, tolerância à seca, precocidade de produção de frutos, longevidade e produtividade dos pomares cítricos nas condições geoambientais desse ambiente. O objetivo específico do presente trabalho foi a avaliação dos efeitos combinados do manejo do solo (com e sem subsolagem; com e sem calcário + gesso agrícola), do sistema de plantio (muda e semeadura do porta-enxerto no local definitivo) e da combinação genética copa/porta-enxerto no desenvolvimento da cultivar tangerineira-tangelo Page [tangerineira 'Clementina' (*Citrus Clementina* hort. ex Tanaka) x tangelo 'Mineola' (*C. paradisi* Macfad. X *C. tangerina* hort. ex Tanaka)] enxertada em tangerineira 'Sunki Tropical' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka e em limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* osbeck) em solos coesos de tabuleiro costeiro da Bahia. O trabalho apóia-se nas seguintes hipóteses: a) nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, a subsolagem associada ao uso de adubo, calcário e gesso possibilitará a exploração de um maior volume de solo pelo sistema radicular das plantas, com reflexos positivos na sustentabilidade e produtividade dos pomares; b) nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, pomares cítricos com porta-enxertos semeados no local definitivo serão mais

tolerantes à seca, precoces na produção de frutos, longevos e produtivos do que aqueles formados por mudas, independentemente da subsolagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, L. H. C. Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do Terciário na região de Campos, RJ. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1985. 194p. (Tese de Mestrado).

ARAÚJO FILHO, J. C. de. Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. In: Cintra, F. L. D.; Anjos, J. L. dos; Ivo, W. M. P. (org.) Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros, 2001, Aracaju. Anais... Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001, p.123-139.

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.

CINTRA, F. L. D.; Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro, 1997, 89 p. Tese Doutorado em Física do Solo pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CINTRA, F. L. D.; Portela, 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, Campina Grande, v.8, n.1, p.45-50, 2004.

DEMATTE, J. L. I.; MAZZA, J. A.; DEMATTE, J. A. M. Caracterização e gênese de uma topossequência Latossolo Amarelo-Podzol originado de material da formação Barreiras, Estado de Alagoas. **Scientia Agricola**, v.53, n.1, p.20-30, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-
EMBRAPA/SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO
NORDESTE-SUDENE (1975)

(EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros - CPATC, 1994).

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região Sudeste do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:515-524, 1999a.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região Sudeste do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:507-514, 1999b.

GIAROLA, N. F. B. & SILVA, A. P. Conceitos sobre solos coesos e hardsetting. *Sci. Agric.*, 59:613-620, 2002.

HAYNES, J. L. Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil, um exame das pesquisas. Recife: SUDENE, 1970. 739p.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996. Cruz das Almas, BA: Anais... Aracaju-SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMF/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.

- JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. Anais. Aracaju, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p.19-46.
- LIBARDI, P. L.; VAN LIER, Q. J. Atuação dos fatores físicos do solo no desenvolvimento do sistema radicular. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: MÉTODOLOGIAS E ESTUDO DE CASOS. 1999, Aracaju. Anais... Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p.47-56.
- LIBARDI, P. L., Dinâmica da água nos solos de tabuleiro. In: Araújo, Q. R. de. (org.). 500 anos de uso do solo no Brasil. Ilhéus: UESC, 2002. p.581-596.
- LIMA, H. V. de; SILVA, A. P. da; ROMERO, R. E.; JACOMINE, P. K. T. Comportamento físico de um Argissolo Acinzentado coeso no Estado do Ceará Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, p. 33-40, 2005.
- NASCIMENTO, G. B. do. Caracterização dos solos e avaliação de propriedades edáficas em ambientes de tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense, RJ. Rio de Janeiro: UFRJ. 2001, 162p.
- NOGUEIRA, L. R. Q. Demandas e propostas de pesquisa para os solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Cruz das Almas, 1996. Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros; anais. Aracaju: EMBRAPA, CPATC; EMBRAPA, CNPMF; EAUFBA; IGUFBA, 1996. p.76-80
- OLIVEIRA, L. B. de; Dantas, M. S.; Campelo, A. B.; Galvão, S. S.; Gomes, I. F. Caracterização de adensamento no subsolo de uma área de tabuleiro da Estação Experimental do Curado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.3, n.3, p.207-214, 1968.

- OLIVEIRA, L. B. de.; Melo, V. de. Caracterização físico-hídrica do solo. I. Unidade de Itapirema. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.5, n.1, p.35-48, 1970.
- PASSOS, O. S. et al. **A citricultura no Estado da Bahia de 1986 ao ano 2000.** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1998. 43 P. (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 79).
- REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI/SPA, 2000. (Série Estudos Agrícolas, 1)
- REZENDE, J. O.; et al. Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análise e sugestões. Salvador: SEAGRI/SPA, 2002. (Série Estudos Agrícolas, 3).
- RIBEIRO, L. P. Premiers resultas sur la g nese des sols a horisons indures dans la region du Cruz das Almas, BA, Brésil. In: Table Ronde sur l'organisation et dynamique interne de la couverture pedologique. Caen: CNRS, 1991, 99p.
- RIBEIRO, L. P. Evolu o da cobertura pedológica dos tabuleiros costeiros e a g nese dos horizontes coesos. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. Anais. Aracaju, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p.93-121.
- RIBEIRO, M. R. Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos Tabuleiros Costeiros. In: Cintra, F. L. D; Anjos, J. L. dos; Ivo, W. M. P. de M. Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros, 2001, Aracajú. Anais... Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p.161-168.
- SILVA, F. B. R.; Rich , G.R.; Tonneau, J.P.; Souza Neto, N.C.; Brito, L.T.L.; Correia, R.C.; Cavalcanti, A.C.; Silva, F.H.B.B.; Silva, A.B.; Araújo Filho, J.C. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e

agrossocioeconômico. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/Recife: EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. v.2. 382p.

SOUZA, L. da S. Uso e Manejo dos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996. Cruz das Almas, BA: Anais... Aracaju-SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.

SOUZA, L. da S. Aspecto sobre uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. B. Inf. Da SBCS, Campinas, v. 22 , n.1, p.34-39, 1997.

SOUZA, L. da S.et al. Perspectiva do uso dos solos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA AGUA, BA. Anais...Ilhéus, BA: SBCS, 2000, 57 p.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. & CALDAS, R. C. Identificação da coesão com base em atributos físicos convencionais em solos dos Tabuleiros Costeiros. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. Anais. Aracaju, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2001. p.169-190.

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM E SISTEMA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE ENXERTADA EM TANGERINEIRA 'SUNKY TROPICAL' EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Brazilian Journal of Plant Physiology.

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM E SISTEMA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE ENXERTADA EM TANGERINEIRA ‘SUNKY TROPICAL’ EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA

Autor: Zinaldo Silveira Velame

Orientador: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Co-orientador: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

RESUMO: As plantas cítricas são muito vulneráveis às condições edáficas e ao regime pluvial. A Grande Unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros – principal berço da citricultura baiana – não satisfaz plenamente as necessidades destas plantas, devido principalmente às limitações físicas e químicas de seus solos e à má distribuição das chuvas. Procura-se encontrar um sistema de manejo alternativo que possibilite, com menor relação custo/benefício, maior sustentabilidade, tolerância à seca, precocidade de produção de frutos, longevidade e produtividade dos pomares cítricos nas condições geoambientais desse ambiente. O objetivo específico do presente trabalho foi a avaliação dos efeitos combinados do manejo do solo (com e sem subsolagem; com e sem calcário + gesso agrícola) e do sistema de plantio (muda produzida em viveiro telado e semeadura do porta-enxerto no local definitivo) no crescimento da cultivar tangerineira-tangelo Page enxertada em tangerineira ‘Sunki Tropical’, em Latossolo Amarelo Coeso de tabuleiro costeiro. O experimento foi instalado em Estação Experimental da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A - EBDA, Município de Conceição do Almeida, Recôncavo Sul do Estado da Bahia. Verificou-se que apenas nas parcelas subsoladas onde foi feita a semeadura do porta-enxerto no local definitivo houve efeito interativo positivo do preparo do solo e da correção da acidez no crescimento da parte aérea das plantas enxertadas em tangerineira ‘Sunki Tropical’. Independentemente do preparo do solo, da correção da acidez e do porta-enxerto, o crescimento da parte aérea e das raízes foi significativamente maior nas plantas originárias da semeadura do porta-enxerto no local definitivo do que o daquelas originárias do plantio de mudas.

Termos para indexação: citros, muda, semeadura direta do porta-enxerto, subsolagem, correção da acidez do solo.

INFLUENCE OF SUBSOILING, LIMING AND TILLAGE SYSTEMS CULTIVAR ON GROWTH OF PAGE TANGERINE-TANGELO GRAFTED IN 'SUNKY TROPICAL' MANDARIN IN SOIL COHESIVE DEVELOPMENT OF THE COASTAL PLAINS OF THE BAHIA

Author: Zinaldo Silveira Velame

Advisor: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Co- Advisor: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

ABSTRACT: Citrus plants are very vulnerable to soil conditions and the rainfall patterns. The Great Landscape Unit of Coastal Plains - main cradle of citrus Bahia - does not fully satisfy the needs of those plants, mainly due to the limitations of their physical and chemical soil and poor rainfall distribution. We try to find an alternative management system which allows, with less cost effective, more sustainable, drought tolerance, earliness of fruit production, longevity and productivity of citrus orchards in geoenvironmental conditions of this environment. The specific objective of this study was to assess the combined effects of soil management (with and without subsoiling, with and without lime + gypsum) and planting system (seedling produced in nursery and planting of rootstock in situ) on the growth of the cultivar Page tangerine-tangelo grafted on 'Sunki Tropical' mandarin in Oxisol Cohesive Coastal Plain. The experiment was installed at the Experimental Station of Agricultural Development Company of Bahia S/A - EBDA, Municipality of Conceição do Almeida, Recôncavo southern Bahia State. It was found that only the plots where it was made subsoiling seeding rootstock in situ were positive interactive effect of soil tillage and soil acidity in the growth of the shoots of grafted on Sunki Tropical mandarin. Regardless of soil preparation, correction of acidosis and rootstocks, growth of shoots and roots were significantly higher in plants from seeding rootstock in situ than those originating in planting seedlings.

Index terms: citrus, seedling, till the rootstock, subsoiling, soil acidity in the soil.

1. INTRODUÇÃO

O solo é um componente da biosfera terrestre, fundamental não apenas para a produção de alimentos e fibras, mas também para a manutenção da qualidade ambiental e da própria vida. Sua qualidade - definida como a capacidade de sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde do homem, das plantas e dos animais - resulta da combinação de atributos físicos, químicos e biológicos, cuja interação define sua potencialidade para determinada função (DORAN & PARKIN, 1994; LARSON & PIERCE, 1991, KARLEN et al., 1997). Como meio de crescimento das plantas, deve contribuir no sistema solo-planta-clima com permeabilidade para as raízes, armazenamento e disponibilidade de nutrientes, ar e água, além de pH e temperatura adequadas - que, em conjunto, determinam sua fertilidade.

As plantas cítricas adaptam-se bem a vários tipos de solos, desde que tenham boa porosidade, permeabilidade e não existam limitações físicas ao desenvolvimento do seu sistema radicular, o qual tem relação direta com o volume da copa e a produção de frutos (OLIVEIRA, 1991). Preferem solos de textura média (em torno de 20% de argila) e pH em torno de 6,0; absorvem nutrientes na seguinte ordem de preferência: cálcio, nitrogênio, potássio, magnésio, enxofre, fósforo (macronutrientes) e ferro, manganês, cobre, boro e zinco (micronutrientes) (MALAVOLTA E VIOLANTE NETTO, 1989); não toleram solos mal drenados - raramente são encontrados bons pomares com plantas crescendo satisfatoriamente em solos bem drenados com menos de um metro de profundidade (OLIVEIRA, 1991); quando as plantas crescem em solos soltos e bem estruturados, apresentam vigoroso sistema radicular: há registro de raízes aprofundando-se até 10,2 m e estendendo-se até 7,5 m do tronco (JONES E EMBLETON, 1973; CASTLE et al., 1989) - esse desenvolvimento, entretanto, é seriamente prejudicado nos solos com camadas compactadas e/ou adensadas, onde as plantas geralmente apresentam sistema radicular superficial devido à elevada resistência à penetração, insuficiência de oxigênio e elevados teores de dióxido de carbono (PACE E ARAÚJO, 1986); além disso, as raízes apresentam baixa capacidade de absorção de nutrientes, o que tem sido atribuído ao pequeno

número de pelos absorventes - a distribuição e a quantidade desses pelos depende do porta-enxerto, da copa, da idade das plantas e da qualidade do solo.

Compacidade do solo e desenvolvimento de plantas

Grohmann (1972) utiliza o termo *compacidade* para definir o arranjo cerrado das partículas do solo. Considera *adensamento* a compacidade provocada por processos naturais ou pedogenéticos (argiluviação, cimentação com sílica etc.) e *compactação* a compacidade decorrente da compressão provocada por forças mecânicas externas (trânsito de máquinas e implementos agrícolas, animais etc.). A compactação pode ser definida como sendo a ação mecânica por meio da qual se impõe, ao solo, uma redução em seu índice de vazios, que é a relação entre o volume de vazios e o volume de sólidos. A mudança de relação das fases é devida, principalmente, à reorganização das partículas do solo, quando submetido a uma força de compressão (CAMARGO, 1983). Para isso contribui significativamente o tráfego de máquinas no manejo das culturas, geralmente muito pesadas, exercendo grande pressão no solo.

A camada compactada e ou adensada limita o crescimento e desenvolvimento das plantas (GROHMAN e QUEIROZ NETO, 1966; ALAVARENGA et al., 1996), a água disponível (DIAS Jr. e ESTANISLAU, 1999), as trocas gasosas (CAMARGO, 1983) e a absorção de nutrientes (PEDROTTI et al., 1994), resultando em prejuízos à produção vegetal (BORGES et al., 1988) e em aumento da energia necessária para o preparo do solo (MANTOVANI, 1987). Quando presente em profundidade superior a 0,40 m causa menor perda na produção das culturas, porém em condições de veranico, quando as raízes necessitam explorar maior volume de solo, os prejuízos podem ser grandes (CAMARGO e ALLEONI, 1997). Nos Tabuleiros Costeiros esse problema se agrava, pois além da compactação resultante do mau manejo do solo, o adensamento de horizontes subsuperficiais e as limitações de natureza química (baixo pH, altos teores de alumínio trocável, baixa disponibilidade de nutrientes, entre outros), são fatores determinantes da baixa produtividade agrícola nesse ambiente. Nesse ambiente, Cintra et al. (1999) avaliaram a distribuição do sistema radicular de cinco porta-enxertos de citros em Argissolo Acinzentado de Umbaúba (SE) e observaram que, em função da

restrição ao aprofundamento do sistema radicular imposta pelas camadas coesas, 61% das raízes localizaram-se na profundidade de 0-0,20 m e 90% de 0-0,40 m. Dos porta-enxertos avaliados, o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) foi o que apresentou menor volume total de raízes e a tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* hort. ex Tanaka) o que apresentou maior volume, além de demonstrar tendência para o aprofundamento do sistema radicular. O aumento da profundidade da cova de plantio de citros foi avaliado por Souza et al. (2006) como uma estratégia para romper a zona de coesão e aumentar o volume de solo ocupado pelas raízes, observando melhores resultados na linha de plantio para as profundidades de cova de 0,80 m, 1,00 m e 1,20 m, em relação a 0,40 m e 0,60 m.

Em termos de manejo da cultura da laranjeira [*C. sinensis* (L) Osbeck], resultados promissores foram obtidos por Carvalho et al. (1998), para minimizar o problema causado pelos constantes déficits hídricos comumente observados na Grande Unidade de Paisagem dos Tabuleiros Costeiros, ao introduzir um sistema de manejo composto pelo controle químico do mato nas linhas de plantio e plantio de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L) DC.] nas entrelinhas do pomar no período das águas. Além de melhorias nas propriedades físicas do solo, na infiltração e no armazenamento de água no solo, o sistema melhorado permitiu maior crescimento e aprofundamento do sistema radicular da laranjeira, resultando, finalmente, em aumentos de 28% e 42% na produtividade, em Conceição do Almeida (BA) e Lagarto (SE), respectivamente, em relação ao sistema em uso pelo produtor (capinas manuais + gradagens). Segundo Silveira (2002), o uso contínuo da grade pesada (conhecida como grade aradora), cortando raso o solo, pode promover a formação de camadas compactadas. Rezende et al. (2002), trabalhando com o uso da subsolagem em solo de tabuleiro, citam dados mostrando que plantas de tangor 'Murcott' [híbrido de origem desconhecida, possivelmente resultante de cruzamento entre tangerineira e laranjeira doce (*C. sinensis*) realizado pelo programa de melhoramento genético do *United States Department of Agriculture* – USDA (HODGSON, 1967). mais desenvolvidas, vigorosas, produtivas e com frutos de melhor qualidade foram aquelas cujas raízes exploraram maior volume de solo em decorrência da subsolagem. A associação da subsolagem com o cultivo de plantas de cobertura

do solo que possuam sistemas radiculares profundos e agressivos, capazes de penetrar nas camadas compactadas, é recomendável no manejo nas entrelinhas de citros (CARVALHO et al., 2002).

Resistência do solo à penetração radicular

A extensão do sistema radicular, consequência da multiplicação das células do meristema apical, determina com que eficiência a planta pode aproveitar água, ar e nutrientes disponíveis no solo. Tal extensão depende do potencial genético da planta e de fatores ambientais. Estes podem ser classificados como químicos (pH, elementos tóxicos, nutrientes), físicos (oxigenação, temperatura, umidade, densidade/porosidade) e biológicos (atividade microbiana, entre outros). Para Malavolta e Violante Neto (1989), a aeração e a resistência do solo à penetração são os principais fatores edáficos que inibem o crescimento das plantas, pois o pH e a disponibilidade de nutrientes podem ser mais facilmente corrigidos com base na análise de solo e na diagnose foliar. Elevados valores de resistência do solo à penetração e baixos de aeração influenciam negativamente no crescimento das plantas cítricas; contribuindo para baixas produtividades e, também para a redução da sua longevidade (CARVALHO et al., 2001). A resistência à penetração aumenta com a redução da umidade do solo de forma exponencial nos horizontes coesos dos Tabuleiros Costeiros e de forma linear nos horizontes não-coesos (GIAROLA et al., 2001).

A expressão ou magnitude da resistência do solo à penetração radicular depende da textura, mineralogia da fração argila, estrutura e umidade: quanto mais argiloso, denso e seco for o solo maior a resistência e, conseqüentemente, menor a penetração radicular, prejudicando a absorção de água, nutrientes e o posterior transporte destas substâncias para a parte aérea das plantas. Por isso, a resistência à penetração tem sido utilizada como indicador de qualidade do solo e em várias aplicações em diversos campos da pesquisa agrônômica, tais como: detecção de camadas compactadas, estudo da ação de ferramentas de máquinas no solo, prevenção de impedimento mecânico ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, predição da força de tração necessária para execução de trabalhos de campo. Pode ser avaliada pelo *Índice de Cone*, definido como a

resistência do solo à penetração de uma ponta cônica, e expressa como a força por unidade de área da base do cone até uma determinada profundidade. Esse índice, normalizado pela *American Society of Agricultural Engineers - ASAE* (1983), apresenta, entretanto, grandes variações em função das propriedades do solo, tais como teor de água, textura e densidade.

De acordo com Camargo (1983) e Camargo e Alleoni (1997), a resistência que um solo impõe às raízes das plantas difere da resistência medida por penetrômetros: as raízes, por serem flexíveis, crescem através dos poros do solo, fendas e rachaduras, enquanto os penetrômetros avaliam a resistência média que o solo oferece à penetração da haste rígida do equipamento. Para Mernes et al. (2003), a penetrometria utilizada como método para quantificar a resistência do solo à penetração superestima a resistência para o crescimento radicular, mas, infelizmente, não há rotina metodológica eficiente para fazer estimativas mais precisas e confiáveis do impedimento mecânico do solo. Mediante monitoramento periódico em áreas agrícolas, com penetrômetro, pode-se determinar facilmente o grau de compactação do solo e conseqüentemente a condição de penetração das raízes (RIBON et al., 2003). Apesar dos muitos estudos realizados, não se tem uma quantificação universalmente aceita do limite crítico acima do qual a resistência à penetração limita o crescimento radicular das plantas. Tormena e Roloff (1996), por exemplo, adotam o valor de 2,0 MPa; Grant & Lanford (1993), 1,5 a 3,0 MPa; Arshad et al. (1996), de 2,0 a 4,0 MPa; Imhoff et al. (2000), 2,0 a 3,0 MPa.

Avaliação do sistema radicular das plantas

As raízes – a parte escondida das plantas – desempenham importantes funções durante o ciclo biótico do vegetal: absorção de água e nutrientes; respiração, sem qual não ocorreria a absorção dos nutrientes disponíveis; produção de aminoácidos, proteínas, hormônios e outras substâncias orgânicas; excreção de açúcares, ácidos orgânicos e componentes minerais, que contribuem para a dissolução de substâncias minerais e para o desenvolvimento de microrganismos na rizosfera; exercem influência ativa na passagem de íons

absorvidos no meio, suprindo a parte aérea da planta com produtos de sua conversão; contribuem para a agregação das partículas e abrem canais ao longo do perfil do solo, beneficiando sua estrutura; são responsáveis pela ancoragem da planta.

Inúmeros trabalhos científicos mostram que há uma relação direta positiva e estreita, entre o desenvolvimento radicular das plantas, o volume da copa e a produção de colheitas. Não obstante o crescimento do sistema radicular dependa principalmente de fatores genéticos, certas limitações do solo podem inibi-lo, reduzindo o volume do raizame e conseqüentemente o de solo explorado, afetando o crescimento e desenvolvimento da planta e produção agrícola (TINKER, 1981).

Diversos estudos têm-se voltado para o sistema radicular de culturas cítricas (CARVALHO et al., 1998; IYENGAR E SHIVANANDA, 1990; ZHANG et al., 1996; OLIVEIRA et al., 1998), com objetivos diretos de avaliação de manejo e conservação do solo e água em diferentes condições edafoclimáticas. A maioria desses estudos está voltada para as condições de sequeiro e, por isso, a maior preocupação concentra-se no desenvolvimento das raízes em profundidade. Os estudos realizados têm mostrado que as raízes tendem a se concentrar nas camadas iniciais, isto é, entre 0 e 0,3 m, com percentuais do total de raízes amostradas entre 52% e 70% (CARVALHO et al., 1999). Quanto a isso, cabe aqui a seguinte ressalva, pois tais estudos foram e geralmente são realizados com plantas originárias de mudas: segundo Cutter, (1986), a coifa da raiz é aparentemente o local de percepção da gravidade; parece ser ela capaz de controlar, no meristema, a produção de substâncias reguladoras do crescimento envolvidas no geotropismo positivo, ou seja, no seu deslocamento para baixo. Ao se eliminar a coifa, deixando-se o resto da raiz intacta, não haverá prejuízo no crescimento, porém a raiz não mais reagirá ao estímulo da gravidade, crescendo aleatoriamente. Subentende-se, pelas afirmações da autora, que ao se podar a raiz principal acima do meristema muda-se a arquitetura original do sistema radicular pivotante - que normalmente cresce e se ramifica ao longo do perfil do solo, aproveitando as reservas de água, ar e nutrientes das camadas

subsuperficiais -, transformando-o num sistema radicular formado por raízes que brotam na base do caule (adventícias), superficiais, ficando as plantas mais vulneráveis às intempéries, especialmente em regiões de solos adensados e de baixa fertilidade, e com má distribuição das chuvas, tal como ocorre nas principais regiões produtoras de citros do Estado da Bahia.

De acordo com Moreira (1996), a muda cítrica é a pedra angular da citricultura e, diga-se, das demais culturas propagadas por meio de mudas; nela, quatro características são fundamentais: a variedade “cavalo” ou porta-enxerto, a variedade enxerto ou copa, a conformação e o vigor. Quanto à conformação e ao vigor, exige-se que apresente alguns requisitos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, entre os quais se encontra o seguinte: sistema radicular bem desenvolvido, sem raízes enoveladas, retorcidas ou quebradas, com a raiz principal direita e de comprimento mínimo de 25,0 cm (COELHO, 1999). Analisando-se cuidadosamente tal exigência e levando-se em conta a prática usual de formação de pomares por meio de mudas, chega-se à conclusão de que é impossível produzir plantas com tais características, quer seja em viveiros instalados em campo, a céu aberto, ou em viveiros telados, nos quais as mudas são produzidas em recipientes rígidos e de pequeno volume [tubetes, vasos plásticos (*citropots*), sacos de polietileno etc.]. Nesses recipientes, as raízes jamais se desenvolverão bem, o enovelamento delas é inevitável e as drásticas e sucessivas podas que sofrem quando da realização do transplante sementeira-viveiro-local definitivo, com eliminação da raiz principal, alteram a morfologia e fisiologia, da planta prejudicando seu desenvolvimento, pois ela passa a utilizar energia metabólica para compensar/refazer as partes danificadas, em detrimento do crescimento e da produção (REZENDE, 2000; REZENDE et al., 2002).

Importância socioeconômica das variedades copa e porta-enxerto avaliadas

A tangerineira-tangelo ‘Page’ [tangerineira ‘Clementina’ (*Citrus Clementina* hort. ex Tanaka) x tangelo ‘Minneola’ (*C. paradisi* Macfad. *C. tangerina* hort. ex

Tanaka)], é um dos híbridos de tangerina com frutos tipo tangerina criados para solucionar um grave problema da citricultura brasileira: uso concentrado de cultivares copa e porta-enxerto. O uso predominante da combinação laranjeira 'Pera' (*C.sinesis*) / limoeiro 'Cravo' torna a citricultura vulnerável, com riscos imprevisíveis. Enquanto o grupo das laranjeiras doces ocupa 90% dos pomares, as tangerineiras e seus híbridos restringem-se a 5%, o que contrasta com a tendência mundial no aumento do consumo de frutas cítricas "fáceis de descascar" e sem sementes. Com a recomendação da 'Page' espera-se introduzir novas alternativas que permitam ampliar a faixa de colheita dos pomares com frutos de qualidade, melhorando a participação de frutos cítricos no mercado interno. Além disso, a tangerineira-tangelo 'Page' é mais uma opção para a citricultura de mesa e visa principalmente o mercado de frutos *in natura*.

Segundo Salibe (1978), a importância do porta-enxerto cítrico reside nas inúmeras influências e modificações que ele exerce na variedade/copa, passando pelo vigor, produção, qualidade dos frutos, nutrição e resistência a pragas e doenças. Para que essas características sejam atingidas, diversas espécies e variedades têm sido experimentadas e recomendadas, numa tentativa de diversificação racional, visando-se maior segurança para a citricultura.

As tangerineiras constituem um grupo de plantas de particular interesse como porta-enxertos, pois, além da tolerância natural ao vírus da tristeza (*Citrus tristeza vírus* – CTV) e ao declínio dos citros, induzem a produção de frutos de boa qualidade. Dois exemplares bem conhecidos no Brasil são as tangerineiras 'Cleópatra' (tida como suscetível à anomalia "declínio") e 'Sunki', consideradas "microtangerinas" devido ao pequeno tamanho das folhas, flores e, especialmente, frutos.

Originária do Sul da China, a tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka], também conhecida como 'Suenkat' e 'Sunkat' (HODGSON, 1967), é um dos porta-enxertos indicados para combinações com copas de laranjeiras doces, tangerineiras (diversas espécies) e pomeleiros (*C. paradisi*), pois confere às mesmas um elevado vigor e boa produção de frutos (SALIBE, 1978; POMPEU

JUNIOR, 1980; FIGUEIREDO et al., 1981 e 1997. Além disso, é tolerante à tristeza, ao declínio dos citros e à salinidade (CASTLE et al., 1993). Como principais restrições, apresenta alta suscetibilidade à gomose de *Phytophthora* (AGUILAR-VILDOSO & POMPEU JÚNIOR, 1997; CARVALHO et al., 1997) e um reduzido número de sementes por fruto,), cerca de quatro a cinco (MOREIRA, 1996; CARVALHO et al., 1997; MEDRADO, 1998).

Plantas enxertadas em tangerina 'Sunki' geralmente entram em produção um pouco mais rapidamente que aquelas enxertadas em 'Cleópatra', e seus pomares são freqüentemente mais produtivos e com menores oscilações de safras. Aparentemente são mais tolerantes à seca do que a 'Cleópatra' e a maturação dos frutos não é tão tardia. O grande problema da 'Sunki' é sua alta susceptibilidade à gomose ou podridão das raízes e do tronco. Com relação a outras doenças, entretanto, a 'Sunki' mostra-se resistente ao exocortis, ao declínio, à tristeza e à morte súbita dos citros; além disso, ela não apresenta problemas conhecidos de incompatibilidade com copas, mesmo com a laranjeira 'Pera'.

Recomendações técnicas para os solos coesos dos Tabuleiros Costeiros

A Grande Unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros do Brasil tem sofrido grande pressão em função do crescimento demográfico e de atividades agrícolas ao longo das últimas décadas. Seus solos são caracterizados por sua fragilidade mecânica e pela presença de camadas subsuperficiais coesas que restringem o fluxo de água e o aprofundamento de raízes no perfil. Essas características impõem desafios ao estabelecimento de explorações agrícolas sustentáveis nesse ambiente. Para Souza (1996, 1997), qualquer interferência no uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, visando ao aumento da produtividade dos sistemas agrícolas, passa necessariamente pelas seguintes ações: a) melhoria do crescimento radicular das plantas em profundidade, buscando aumentar a superfície de absorção de nutrientes, água e ar pelas plantas – neste caso, para minimizar os efeitos das frequentes estiagens; b)

melhoria da dinâmica e do armazenamento de água no perfil do solo, a fim de minimizar os constantes déficits hídricos a que estão sujeitas as culturas cultivadas em tais solos, devido ao regime hídrico a que são submetidas – basicamente deve ser superado o impedimento que os horizontes coesos impõem à dinâmica da água no perfil do solo; c) melhoria das propriedades químicas do solo por meio da calagem, gessagem e adubação, visando à diminuição da saturação por alumínio e ao aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Uma alternativa de manejo para solos com horizontes compactados e/ou adensados é a subsolagem, uma prática de cultivo, comum em algumas regiões do país, utilizada para romper camadas compactadas profundas sem causar a inversão delas; é utilizada quando se pretende melhorar a permeabilidade de camadas mais profundas do solo, facilitando, desse modo, a penetração radicular e a circulação de ar, água e nutrientes ao longo do perfil. Para Balastreire (1990), desfazer camada subsuperficial compactada e/ou adensada implica utilização de subsoladores, porém com o devido conhecimento das condições físicas do solo trabalhado, como: compactação anterior, sua profundidade, umidade para o exercício do trabalho, textura e cobertura vegetal existente, entre outras. Para Camargo e Alleoni (1997) esta prática só deve ser recomendada quando houver uma camada muito endurecida a profundidades não atingidas por outros implementos. Lanças (1998) adverte que a subsolagem é uma operação de alto consumo energético, porém se aplicada em profundidade inferior à requerida certamente causará prejuízos na produção da cultura instalada.

Por tratar-se de uma cultura calcífila, isto é, com altas exigências em cálcio, a calagem e a gessagem são práticas importantes na citricultura, sendo que uma não substitui a outra, mas ambas se completam. Em condições de solos ácidos, comum nos tabuleiros costeiros, a aplicação de calcário (calagem) eleva o pH, contribui para o aumento da disponibilidade de N, P, K, S e Mo, neutraliza o Al e/ou Mn trocáveis, fornece Ca e Mg às plantas, eleva a saturação por bases, equilibra a relação K, Mg e Ca e melhora o ambiente para o desenvolvimento radicular e atividade de microrganismos, proporcionando maior absorção e

tolerância das plantas ao estresse hídrico, com reflexos positivos no crescimento da parte aérea das plantas (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989).

O gesso agrícola, isto é, o sulfato de cálcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), é um insumo agrícola que, em muitas situações, melhora o crescimento do sistema radicular das plantas ao longo do perfil do solo. É um sal de caráter praticamente neutro, por isso não tem efeito prático na mudança da acidez do solo, mas pode reduzir a atividade do alumínio tóxico e transportar nutrientes catiônicos para camadas subsuperficiais, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e a maior absorção de água e nutrientes. Portanto, o gesso agrícola, associado ao calcário, pode provocar alterações químicas no solo, principalmente relacionadas à diminuição da saturação por alumínio e ao aumento da saturação por bases (FARIA et al., 2003; TANAKA e MASCARENHAS, 2002).

Diante do exposto, procura-se encontrar um sistema de manejo alternativo que possibilite, com menor relação custo/benefício, maior sustentabilidade, tolerância à seca, precocidade de produção de frutos, longevidade e produtividade dos pomares cítricos nas condições geoambientais desse ambiente. O objetivo específico do presente trabalho foi a avaliação dos efeitos combinados do manejo do solo (com e sem subsolagem; com e sem calcário + gesso agrícola) e do sistema de plantio (muda e semeadura do porta-enxerto no local definitivo) no desenvolvimento da cultivar tangerineira-tangelo Page enxertada em tangerineira 'Sunki Tropical', em Latossolo Amarelo coeso de tabuleiro costeiro. O trabalho apóia-se nas seguintes hipóteses: a) nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, a subsolagem associada ao uso de adubo, calcário e gesso possibilitará a exploração de um maior volume de solo pelo sistema radicular das plantas, com reflexos positivos na sustentabilidade e produtividade dos pomares; b) nos solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros, pomares cítricos com porta-enxerto semeado no local definitivo serão mais tolerantes à seca, precoces - quanto ao início da produção de frutos, longevos e produtivos do que aqueles formados por mudas, independentemente da subsolagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Localização do experimento e solo da área experimental

Em 07 de julho de 2005, o experimento foi instalado na Estação Experimental de Fruticultura Tropical da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA), localizada no Município de Conceição do Almeida, Região Econômica Recôncavo Sul do Estado da Bahia, $12^{\circ}47' 438''$ S e $39^{\circ}09'31''$ W (Figura 1), em uma área originalmente cultivada com pastagem de capim *Brachiaria decumbens*.

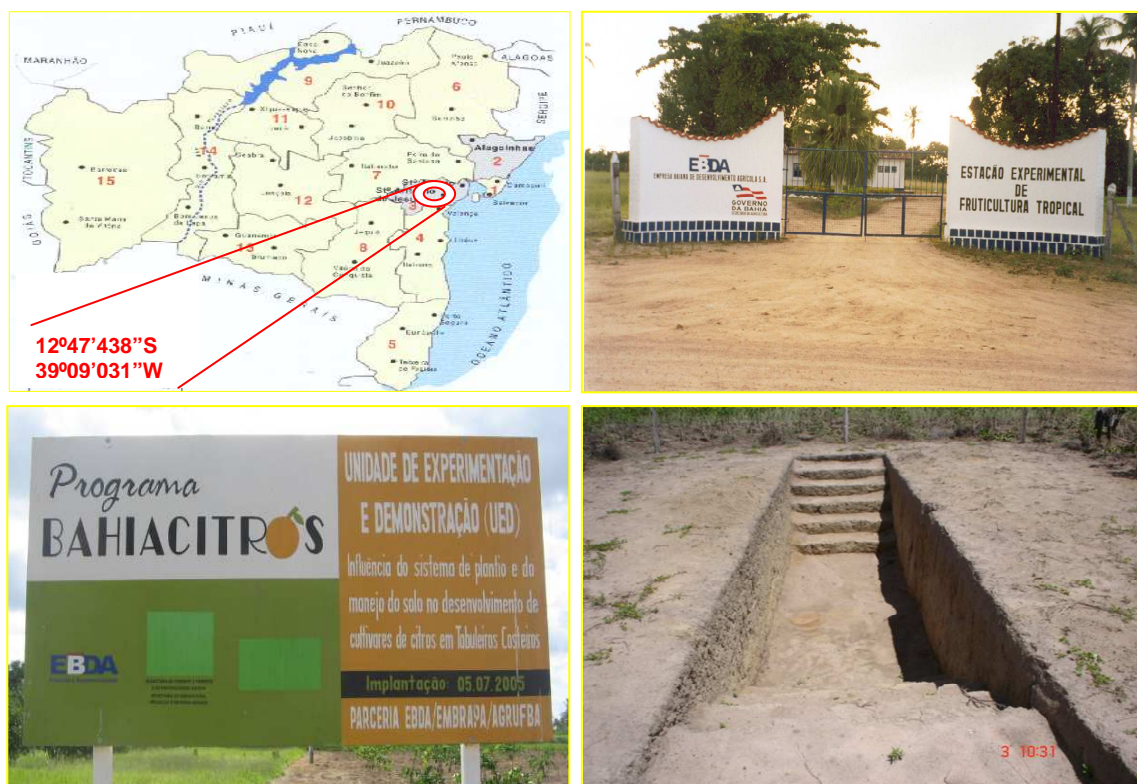


Figura 1 - Localização do experimento: Estação Experimental de Fruticultura Tropical da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. - EBDA, Município de Conceição do Almeida, Recôncavo Sul do Estado da Bahia (mapa: SEI, 1998; fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

O solo, classificado como Latossolo Amarelo Coeso, apresenta as características físicas e químicas mostradas nas tabelas 1 e 2, respectivamente. A classe textural (Tabela 1) ao longo do perfil varia de Franco arenoso (horizonte A1) a Franco argilo-arenoso (horizonte BA). De acordo com a descrição morfológica, a coesão evidencia-se nos horizontes AB, BA e topo do B_{w1}.

Tabela 1. Análises físicas do solo*

Hor	Espessura (m)	Granulometria (g kg ⁻¹)			Relação silte/argila	Classe Textural
		Areia	Silte	Argila		
A _p	0 - 0,10	733	108	159	0,68	Franco arenoso
AB	0,10 - 0,43	671	115	214	0,54	Franco argilo arenoso
BA	0,43 - 0,80	510	108	382	0,28	Franco argilo arenoso
B w ₁	0,80 - 1,22	418	110	471	0,23	Argiloso
Bw ₂	1,22 - 1,90+	428	107	465	0,23	Argiloso

* Arquivo do Dr. Sérgio L. de Carvalho, da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA.

Quanto às análises químicas (Tabela 2) apresenta, ao longo do perfil, acidez ativa elevada (com pH variando de 4,6 a 5,0), baixo a médio teores de alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), muito baixo a baixo teores de potássio (K), baixos teores de fósforo (P) e de matéria orgânica (MO) e baixa saturação por bases (SB).

Tabela 2 - Análises químicas do solo**

Hor	pH	Al	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	V	MO	Saturação por Al	P
	H ₂ O	cmol _c dm ⁻³						%	g Kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	
A _p	4,80	0,05	0,60	0,40	0,110	0,040	1,15	6,16	18,67	1,14	4,17	4
AB	4,60	0,70	0,40	0,20	0,080	0,032	0,71	5,86	12,12	0,71	49,64	1
BA	4,70	0,50	0,60	0,40	0,020	0,072	0,79	5,56	14,21	0,79	38,75	1
B w ₁	4,60	0,50	0,60	0,50	0,008	0,032	0,67	5,48	12,23	0,67	30,48	1
Bw ₂	5,00	0,30	0,70	0,50	0,005	0,040	0,87	5,16	16,86	0,87	19,48	2

** Arquivo do Dr. Sérgio L. de Carvalho, da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA.

A ocorrência de horizontes coesos, a elevada acidez e a baixa saturação por bases justificam os tratamentos de preparo do solo, correção da acidez e adubação utilizados neste trabalho.

Clima. De acordo com Ribeiro (1991), Ribeiro (1993) e Ribeiro et al. (1995), o clima local é do tipo subúmido, na classificação de Thornthwaite e Mather, apresentando uma precipitação pluviométrica média anual de 1.170 mm, com variação entre 900 e 1300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C (dentro da faixa considerada ótima para a maioria das espécies) e o balanço hídrico apresenta uma evapotranspiração potencial de 1.267mm anuais, ocorrendo excedente hídrico apenas durante três meses: junho, julho e agosto. A Figura 2 mostra a média da distribuição das chuvas durante o período experimental, anos 2005 a 2008 (dados: Posto Meteorológico da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical).

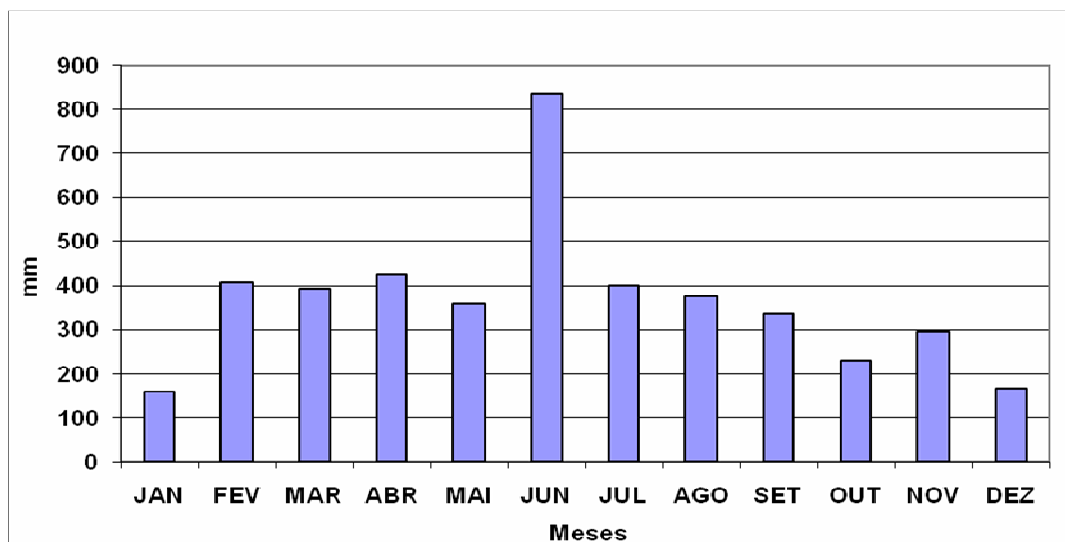


Figura 2 - Distribuição das chuvas durante o período experimental (médias dos anos 2005 a 2008). Posto Meteorológico da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas -BA.

Croqui de campo e delineamento experimental (Figura 3). O experimento constou de quatro parcelas experimentais de 576 m², cada uma delas com quatro linhas de 24 plantas, ou seja, 96 plantas, no espaçamento de 6,0 x 4,0 m. Tais parcelas foram subdivididas para o estudo da correção da acidez do solo (SC e CC= sem e com correção, respectivamente). Cada subdivisão ou subparcela contém quatro linhas de seis plantas (representadas por x), ou seja, 24 plantas. Ao longo das duas fileiras centrais, foi delimitada a parcela útil (destacada pelo retângulo vermelho) para as seguintes avaliações: resistência

mecânica do solo à penetração, umidade gravimétrica atual, altura de planta, diâmetros da copa e do caule, crescimento do sistema radicular.

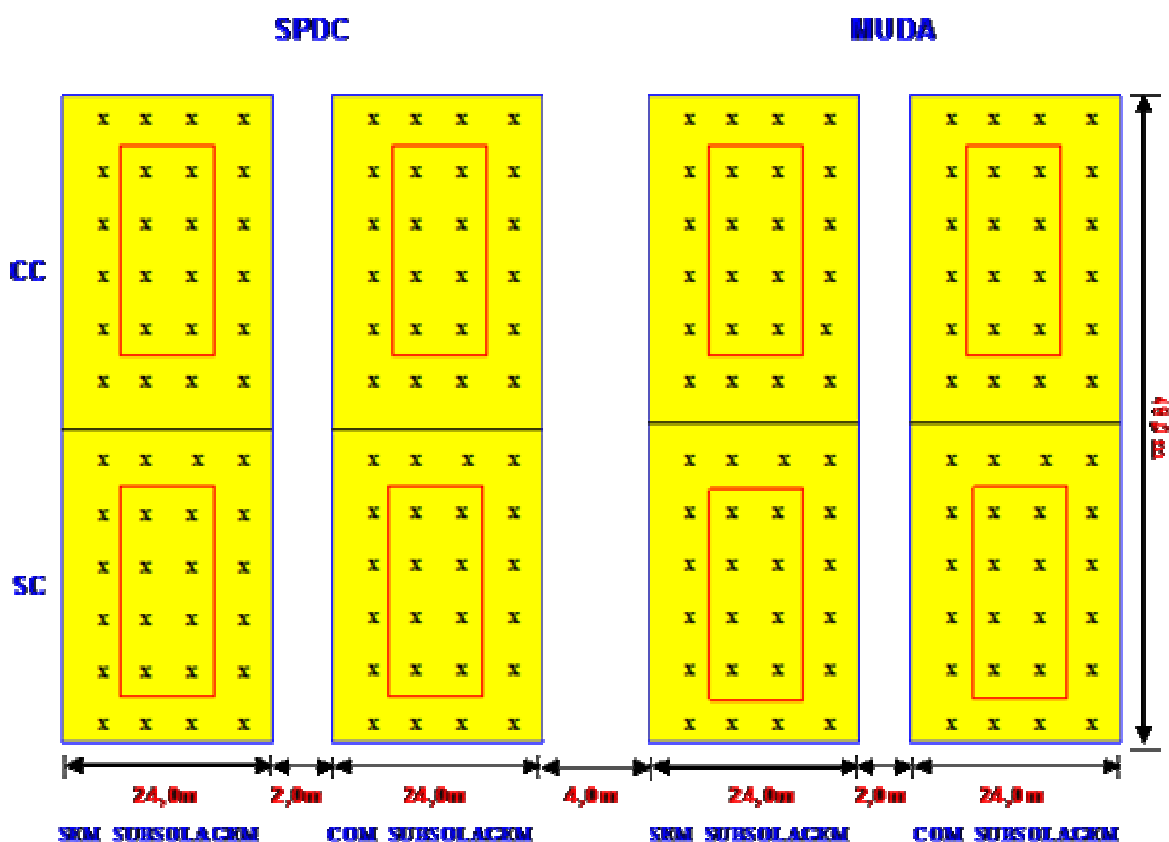


Figura 3 - Croqui de campo da área experimental (área total: 48 m x 104 m = 4.992 m² (aproximadamente 0,5 ha), considerando dois sistemas de plantio: semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDAS. Estação Experimental de Fruticultura Tropical da Empresa Baiana de desenvolvimento Agrícola S/A – EBDA Conceição do Almeida - BA.

Preparo do solo. Tratamento sem subsolagem (SS): aração + gradagem + plantio em covas de 40,0 cm x 40,0 cm x 40,0 cm; tratamento com subsolagem (CS): aração + gradagem + subsolagem feita com subsolador de cinco hastes (duas dianteiras e três traseiras), de acionamento hidráulico, com cilindro trilhador e sistema hidráulico de transporte pneumático, da marca Baldan[®], acoplado a trator de pneus marca Massey Ferguson[®] de 130 CV e tração 4 x 4. As hastes subsoladoras, dotadas de ponteiros de 0,07 m de largura, sem asas, mediam 0,60 m de comprimento. A haste central traseira do subsolador passou sobre as linhas de plantio, marcadas com cal (Figura 4).



Figura 4 - Instalação do experimento e preparo do solo, com destaque para a subsolagem sobre as linhas de plantio, marcadas com cal. A haste central traseira do subsolador passa sobre a linha de plantio (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

A frente de serviço foi regulada para largura máxima (2,0 m). A velocidade operacional do trator e a devida regulagem do subsolador, a exemplo do espaçamento entre as hastes, asseguraram um eficiente rompimento do solo na profundidade de corte entre 0,40 e 0,45 m. Nas demais operações de preparo, realizadas com o solo friável, foram utilizados: grade aradora marca Baldan modelo GTCR, com 12 discos de 32" e grade niveladora flutuante marca Baldan, modelo NVF/NVFP, com 44 discos de 22" .

Correção da acidez do solo e adubação. O calcário, cuja quantidade foi determinada pelo método da saturação por bases, substituindo-se 25% do CaO do calcário por gesso agrícola, foi aplicado à lanço na superfície da subparcela com correção da acidez (Figura 5, primeira foto), 60 dias antes do plantio.



Figura 5 - Calagem, à lanço, na superfície da subparcela (primeira foto) e adubação nas covas de plantio, com destaque para a participação de alunos de graduação em Agronomia nos trabalhos (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano UFRB).

A adubação, igual para todas as subparcelas, foi feita nas covas de plantio (fosfato e primeira dose de uréia e cloreto de potássio) e na projeção da copa das plantas (segunda dose de uréia e cloreto de potássio).

Sistemas de plantio e tratos culturais. Plantio de mudas, produzidas em condições de viveiro telado, utilizando-se sementes e borbulhas certificadas, e semeadura do porta-enxerto direto no campo, isto é, no local definitivo (**SPDC**), com enxertia *in loco*, utilizando-se sementes (10 a 15 por cova, para assegurar um número mínimo de plantas) e borbulhas certificadas. As entrelinhas de plantio foram cultivadas com feijão de porco, alternado com amendoim (*Arachis hipogea*

L.). A primeira espécie é uma leguminosa com alto poder de penetração de raízes (*subsolador biológico*) e produção de biomassa, utilizada para proteção, estruturação e fertilização do solo; a segunda, além desses benefícios nos solo, é utilizada para consumo humano, agregando-se valor à produção de citros. O combate às pragas e doença, podas, capinas etc. foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para os citros (Figura 6).

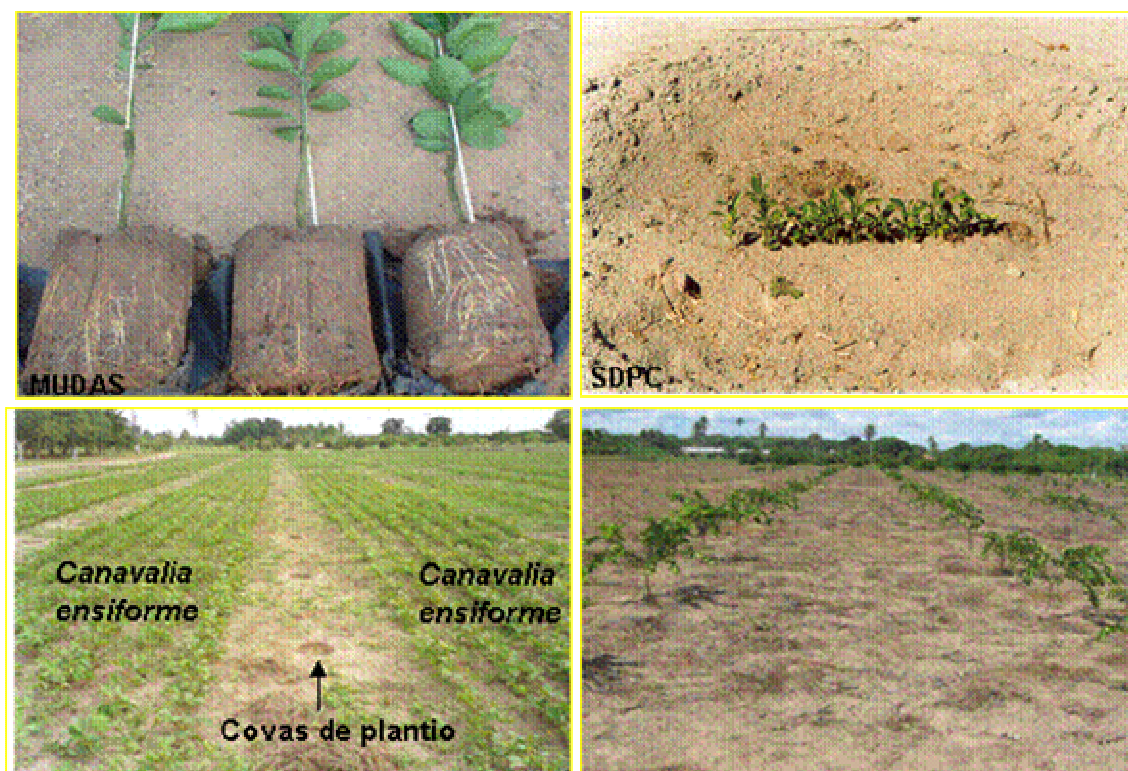


Figura 6 - Mudanças produzidas em condição de viveiro telado e sementeira direta do porta-enxerto no local definitivo (SPDC); cultivo de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L) DC.] nas entrelinhas de plantio e área capinada no período seco (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

Avaliações

Resistência mecânica do solo à penetração (R). As determinações de resistência do solo à penetração foram realizadas no mês de junho de 2009, nas linhas e entrelinhas de plantio de parcela com e sem subsolagem (sem correção da acidez), ao longo do perfil até a profundidade de 0,60m, com 12 repetições. Nessas determinações, utilizou-se o penetrômetro de impacto modelo IAA – Planalsúcar-Stolf, segundo técnica descrita por Stolf et al. (1983) (Figura 7).



Figura 7 - Determinação da resistência mecânica do solo à penetração e da umidade gravimétrica atual (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

O cálculo da resistência foi feito por meio da seguinte equação, para um impacto com altura de queda de 0,40 m (STOLF et al., 1983):

$$R \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,89N \text{ (N = n}^{\circ}\text{ de impactos dm}^{-1}\text{)},$$

convertendo-se kgf cm^{-2} em MPa (Sistema Internacional de Unidades) por meio da equação: $\text{MPa} = \text{kgf cm}^{-2} \times 0,0981$ (ARSHAD et al., 1996).

Para a interpretação dos resultados da penetrometria empregaram-se critérios descritos por Soil Survey Staff (1993), citado por Arshad et al. (1996), que considera as seguintes classes de resistência à penetração: baixa, de 0,1 a 1,0 MPa; moderada, de 1,0 a 2,0 MPa; alta de 2,0 a 4,0 MPa; muito alta, de 4,0 a 8,0 MPa e extremamente alta, acima de 8,0 MPa.

Umidade gravimétrica atual. Nos pontos onde foram feitas determinações de resistência do solo à penetração, foram coletadas amostras de solo na porção média das camadas de 0 - 0,30 m e 0,30 - 0,60 m (Figura 7) para a determinação da umidade gravimétrica atual, feita de acordo com técnica descrita por Embrapa – SNLCS (1997).

Crescimento da parte aérea das plantas. Foram avaliados a altura e os diâmetros da copa e do caule das plantas úteis de cada subparcela. A altura foi medida com uma estadia (instrumento destinado a avaliar distâncias, utilizado na agrimensura); o diâmetro do caule foi medido com um paquímetro de madeira, 0,10 m acima do ponto de enxertia; o diâmetro da copa foi medido com o auxílio de uma trena, considerando-se as ramificações ao longo da linha de plantio (Figura 8).



Figura 8 - Avaliação do crescimento da parte aérea das plantas (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

Crescimento radicular das plantas. Para essa avaliação, as raízes de duas plantas representativas de cada tratamento foram coletadas ao longo do perfil do solo, em quatro camadas (0 - 0,25 m; 0,25 - 0,50 m; 0,50 - 0,75 m e 0,75 - 1,00 m de profundidade) e em dois planos perpendiculares (linha e entrelinha de plantio), de maneira semelhante a um sistema de eixos cartesianos com a planta no ponto zero (Figura 9). Partindo-se da planta, as distâncias dos pontos de amostragem foram: 0,30 m, 0,60 m, 1,20 m e 2,00 m - na linha de plantio; 0,30 m, 0,60 m, 1,20 m, 2,00 m e 3,00 m - na entrelinha de plantio. Desse modo, tem-se: cinco tratamentos x duas plantas por tratamento x quatro profundidades x nove posições = 360 amostras de raízes.

A coleta das raízes foi feita com um cilindro de aço de 1,20 m de comprimento e 0,085 m de diâmetro, marcados a cada 0,25 m. Esse cilindro era introduzido no solo úmido (umidade próxima da capacidade de campo) com o auxílio de uma marreta de 6 kg e extraído com o auxílio de barras de ferro introduzidas num orifício existente na extremidade superior do mesmo. O material assim coletado era recolhido em um balde e posteriormente colocado em sacos previamente identificados.

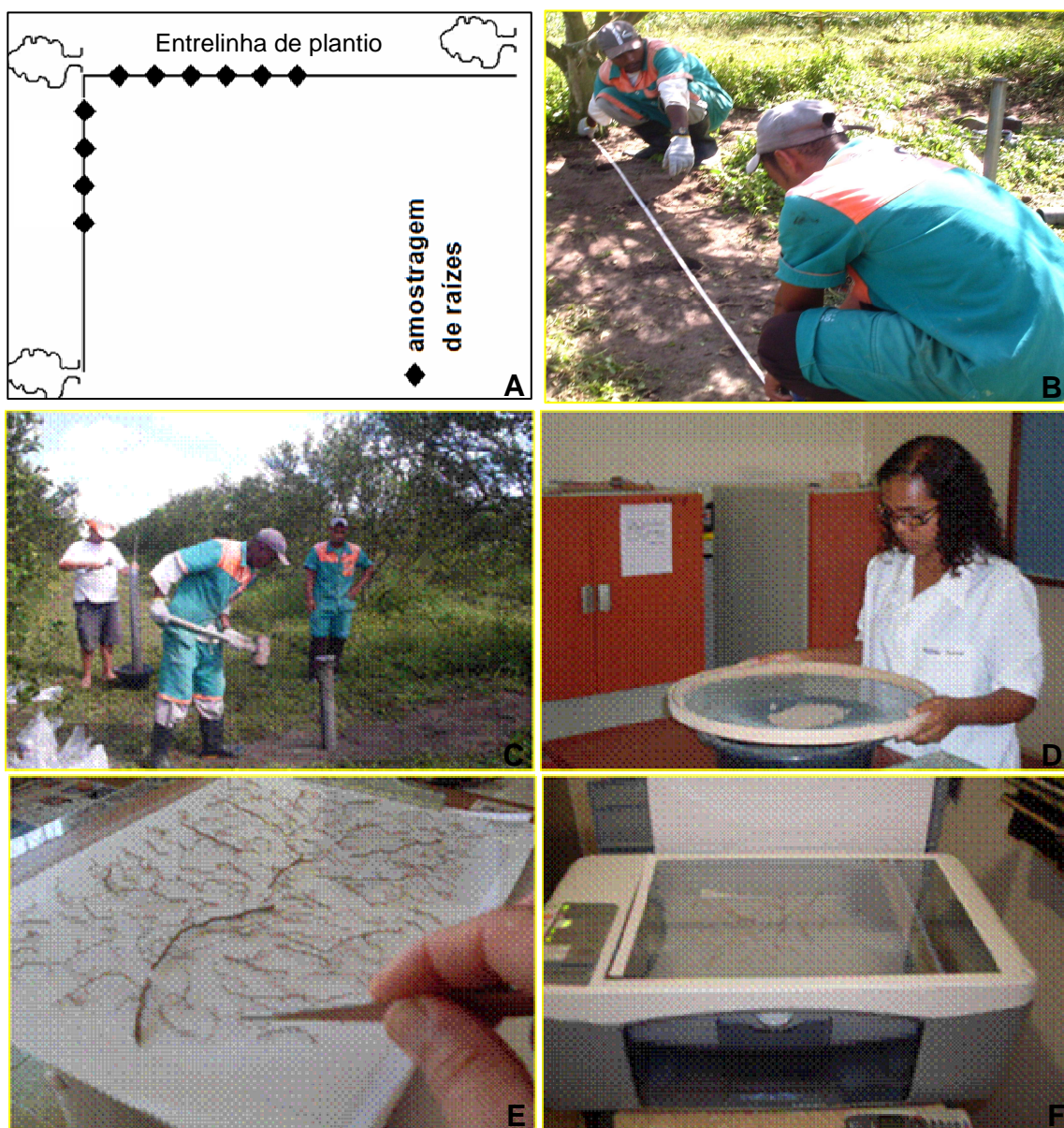


Figura 9 – Avaliação das raízes: A, pontos de amostragem; B, medida das distâncias dos pontos de amostragem em relação à planta; C, introdução do cilindro no solo úmido; D, separação das raízes; E e F, leitura no *scanner* HP Photosmart C4200 series.

Após a coleta, as raízes foram separadas do solo por peneiramento e secagem à sombra; em seguida foram digitalizadas em imagens monocromáticas por meio de um *scanner* (HP Photosmart C4200 series) e processadas pelo programa GSRoot proposto por Guddanti & Chambers (1993). Esses autores subdividiram o diâmetro das raízes em três classes de tamanho ($D1 < 0,5\text{mm}$; $0,5\text{mm} < D2 < 1,0\text{mm}$; $1,0\text{mm} < D3 > 2,0\text{mm}$) e determinou o somatório do comprimento das raízes de cada diâmetro - o que permitiu determinar o comprimento de raízes por volume de solo de cada amostra.

Análise estatística. A análise da variância foi realizada em delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcela subdividida no espaço, tendo-se individualizado os locais da linha de plantas e entrelinhas. Para a linha de plantas, utilizou-se o esquema $2 \times 4 \times 4 \times 3$ (dois sistemas de produção, quatro posições em relação à planta, quatro profundidades e três diâmetros de raiz), com duas repetições (plantas); para as entrelinhas, foi utilizado o esquema $2 \times 5 \times 4 \times 3$ (dois sistemas de produção, cinco posições em relação à planta, quatro profundidades e três diâmetros de raiz), com duas repetições (plantas). Os três diâmetros de raiz foram comparados nos dois sistemas de produção, em relação às quatro profundidades, num total de 36 contrastes. Os locais em relação à planta foram comparados entre si, em cada uma das 36 situações. Também foram determinados os valores percentuais relativos das raízes, dentro de cada variável. A parcela experimental foi constituída de uma amostra de raiz de determinado diâmetro, retirada em cada profundidade, posição em relação à planta e sistema de produção. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas pelo Statistical Analysis System - SAS (SAS Institute, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência mecânica do solo à penetração. Os resultados da avaliação da resistência mecânica do solo à penetração nas linhas de plantio, com média de 12 repetições para a área com e sem subsolagem, são mostrados na Figura 10. De acordo com os critérios estabelecidos por Soil Survey Staff (1993), citado por Arshad et al. (1996), as áreas amostradas apresentam as seguintes classes de

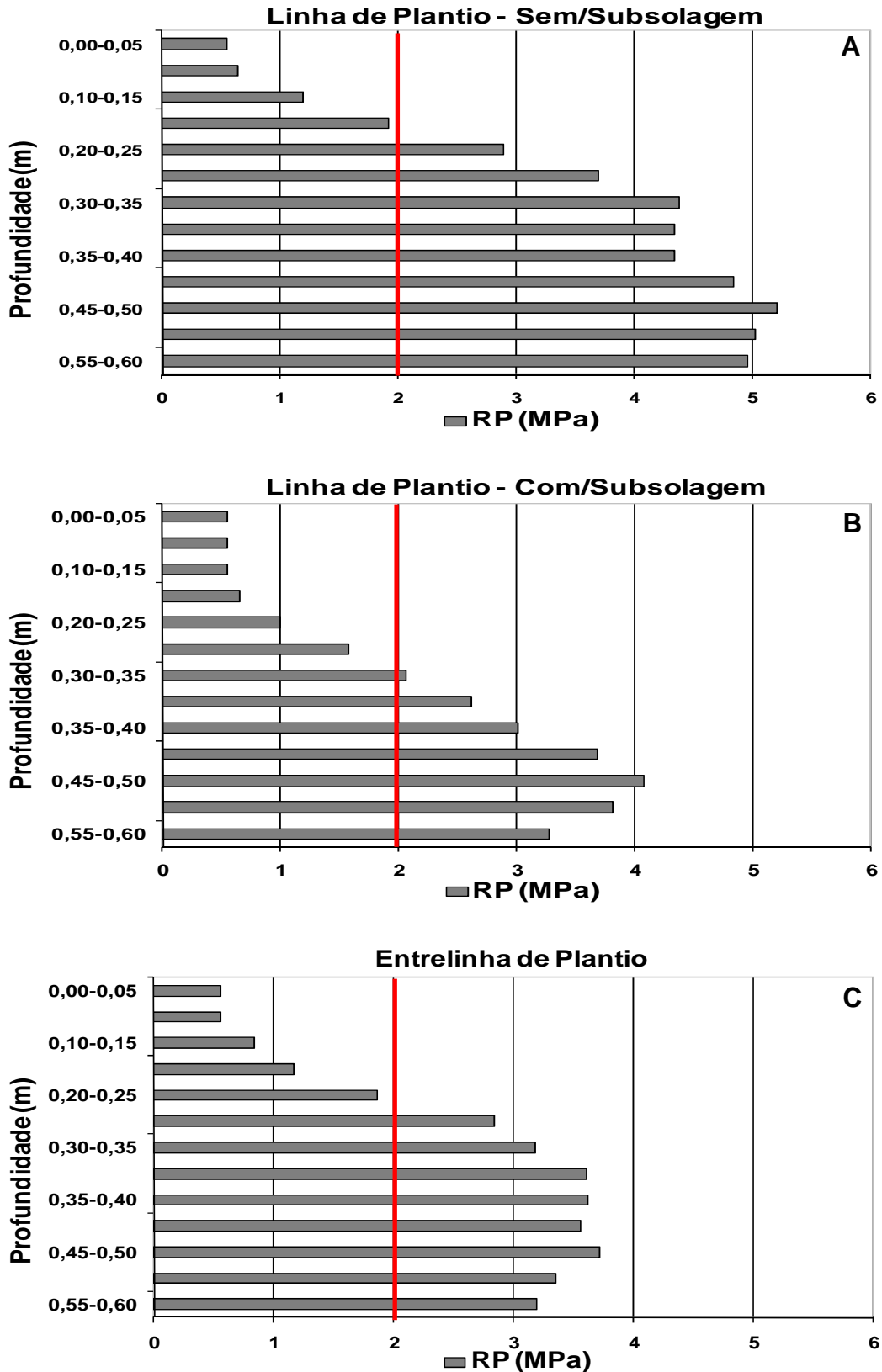


Figura 10 – Resistência mecânica do solo à penetração (RP): nas linhas de plantio sem subsolagem (A); nas linhas de plantio com subsolagem (B); nas entrelinhas de plantio (C). A linha vermelha indica a resistência crítica do solo acima da qual o crescimento das plantas seria limitado.

resistência mecânica do solo à penetração (RP= MPa): **Linha de plantio sem subsolagem** (Figura 10-A): baixa, na camada de 0-0,10 m; moderada, na camada de 0,10-0,20 m; alta, na camada de 0,20-0,30 m; muito alta, na camada de 0,30-0,60 m. **Linha de plantio, com subsolagem** (Figura 10-B): baixa, na camada 0-0,25 m; moderada, na camada 0,25-0,30 m; alta, na camada 0,35-0,60 m. **Entrelinha de plantio** (Figura 10-C): baixa na camada 0-0,15m; moderada 0,15-0,25m; alta 0,25-0,60m.

Nas parcelas com subsolagem, as hastes subsoladoras romperam a camada coesa do solo até a profundidade aproximada de 0,35 m. Nesta camada, além da diminuição da resistência à penetração – cujos valores situaram-se abaixo do limite crítico de 2,0 MPa (indicado por linhas vermelhas) acima da qual o crescimento das plantas seria limitado (ARSHAD et al. 1996; TORMENA e ROLOFF, 1996; IMHOFF et al., 2000), pode-se afirmar que o perfil do solo resulta mais permeável à circulação do ar, água e nutrientes, o que favorece o desenvolvimento de plantas.

Os valores da umidade gravimétrica atual das áreas e profundidades amostradas foram semelhantes, não sendo, portanto, causa de variação dos valores da resistência do solo à penetração – que se deveu exclusivamente à subsolagem (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados de umidade gravimétrica atual ($U_g = g\ kg^{-1}$). Conceição do Almeida, Bahia, 2009.

PROFUNDIDADE (m)	SEM SUBSOLAGEM		COM SUBSOLAGEM	
	Linha de plantio	Entrelinha de plantio	Linha de plantio	Entrelinha de plantio
0,00 – 0,30	0,990	1,041	0,907	0,913
0,30 – 0,60	1,015	1,129	1,065	1,166

Crescimento da parte aérea. A Figura 11 mostra a maior altura das plantas originárias da sementeira do porta-enxerto no lugar definitivo (SPDC) em relação às plantas procedentes de mudas.



Legenda das fotos: **SS**, sem subsolagem; **CS**, com subsolagem; **SC**, sem calcário; **CC**, com calcário.

Figura 11 - Altura das plantas relacionada com o sistema de plantio, preparo do solo e correção da acidez (fotos tiradas em abril de 2009, Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola da Bahia S/A. – EBDA, Conceição do Almeida - BA).

O teste de médias do crescimento da parte aérea das plantas (m) em cada sistema de plantio, relacionado com os tratamentos de preparo do solo e de correção da acidez são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Crescimento da parte aérea (m) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / tangerineira 'Sunki Tropical' em diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDAS), relacionado com os tratamentos de preparo do solo e de correção da acidez.

Parte aérea*	Sem subsolagem		Com subsolagem	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
	SPDC			
AP	2,26 b	2,31 b	2,31 b	1,94 b
DC	2,30 b	2,10 b	2,01 b	1,46 a
Dc	0,07 b	0,07 b	0,07 b	0,05 a
	MUDAS			
AP	1,68 a	1,44 a	1,61 a	1,51 a
DC	1,39 a	1,13 a	1,31 a	1,26 a
Dc	0,05 a	0,04 a	0,05 a	0,04 a

*Legenda: AP, altura de plantas; DC, diâmetro da copa; Dc, diâmetro do caule. Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A – EBDA, Conceição do Almeida – BA, outubro de 2008. **Letras iguais nas linhas, dentro dos tratamentos de correção da acidez, e letras iguais nas colunas, dentro de sistema de plantio, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).**

Comparando-se os dados de crescimento dentro de cada sistema de plantio, percebe-se que apenas para a semeadura direta no local definitivo (SPDC), nas parcelas subsoladas com e sem correção da acidez, há diferenças significativas entre os diâmetros da copa e também entre os diâmetros do caule, indicando uma interação negativa entre a subsolagem e a correção da acidez. Comparando-se entre si os dados de SPDC e Mudas, percebe-se que, de uma maneira geral, o crescimento da parte aérea das plantas no sistema SPDC é significativamente maior do que no plantio de mudas.

Crescimento radicular das plantas

Para essa avaliação, os diâmetros (D) das raízes foram agrupados em três classes de tamanho, de acordo com o método proposto por Guddanti & Chambers (1993): **D1** < 0,5mm; 0,5mm < **D2** < 1,0mm; 1,0mm < **D3** > 2,0mm. Entretanto, para

facilitar a discussão dos resultados e evitar que se tornasse repetitiva e enfadonha, optou-se por apresentar apenas a distribuição da densidade total das raízes (cm de raiz cm⁻³ de solo) nos pontos de amostragem, mostrada nas figuras 12 e 13. A explicação dessa distribuição de raízes torna-se mais prática considerando-se o teste das médias mostrado nas tabelas 6 a 8.

Tabela 6 - Densidade de raízes (cm de raiz / cm³ de solo) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / tangerineira 'Sunki Tropical' relacionada com diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo-SPDC e plantio mediante de mudas convencionais produzidas em viveiro telado - MUDA, preparo do solo e correção da acidez (desdobramento de sistema de plantio dentro da codificação preparo do solo e correção da acidez), ano 2008.

Preparo do solo	Correção da acidez	Linha de plantio		Entrelinha de plantio	
		SPDC	MUDA	SPDC	MUDA
Sem Subsolação	Sem Calcário	0,070 a	0,049 a	0,046 a	0,039 a
	Com Calcário	0,020 a	0,025 a	0,044 a	0,030 a
Com Subsolação	Sem Calcário	0,099 a	0,039 a	0,042 a	0,024 a
	Com Calcário	0,037 a	0,019 a	0,033 a	0,009 a

*Legenda: SPDC, semeadura do porta-enxerto no local definitivo. Letras iguais nas colunas, dentro de cada tratamento de preparo de solo, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey (p<0,10).

Independentemente do preparo do solo e da correção da acidez, não há diferenças significativas entre as densidades totais de raízes nos dois sistemas de plantio, tanto nas linhas quanto nas entrelinhas de plantas. Entretanto, em números absolutos, a densidade de raízes é sempre maior nas parcelas sem calcário+gesso, contrariando o que era esperado, ou seja, um efeito positivo do calcário, pois as plantas cítricas são consideradas calcífilas (exigentes em cálcio). Embora os dois sistemas de plantio (SPDC e Mudas) não difiram significativamente entre si, a semeadura do porta enxerto no local definitivo (SPDC) proporciona maior densidade de raízes do que o plantio de mudas.

As tabelas 7 e 8 mostram, respectivamente, a distribuição da densidade de raízes ao longo da linha de plantio (distância da planta) e ao longo do perfil do solo (até um metro de profundidade). Independentemente da posição (Tabela 7), a semeadura do porta-enxerto no local definitivo possibilitou maior densidade de raízes do que o plantio de mudas, sendo as diferenças significativas nos primeiros 0,60 m de distância em relação ao caule das plantas. Analisando-se a densidade

de raízes dentro de cada profundidade (Tabela 8), verifica-se que apenas na primeira camada do solo, nas linhas e entrelinhas de plantio, ocorrem diferenças significativas entre os dois sistemas de plantio, favorável ao sistema SPDC.

Tabela 7 - Densidade total de raízes (cm de raiz / cm³ de solo) ao longo do perfil do solo (até um metro de profundidade), das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / tangerineira 'Sunki Tropical' em cada posição de amostragem em diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado - MUDA, (desdobramento de sistema de plantio dentro da codificação posição), ano 2008.

Distância da planta (Posição) (m)	Sistema de plantio	cm de raízes cm ⁻³ de solo	
		Linha	Entrelinha
0,30	SPDC	0,093 ab	0,108 b
	MUDA	0,061 a	0,062 a
0,60	SPDC	0,082 b	0,085 b
	MUDA	0,042 a	0,039 a
1,20	SPDC	0,034 a	0,011 a
	MUDA	0,020 a	0,003 a
2,00	SPDC	0,018 a	0,003 a
	MUDA	0,008 a	0,000 a
3,00	SPDC	-	0,000 a
	MUDA	-	0,022 a

Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A – EBDA, Conceição do Almeida – BA, 2008. Letras iguais nas colunas, dentro de cada posição, não diferem entre si, segundo teste de Tukey (p<0,10).

Tabela 8 - Densidade de raízes (cm de raiz / cm³ de solo) dentro de cada camada de solo das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / tangerineira 'Sunki Tropical', em diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo –SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado - MUDA (desdobramento de sistema de plantio dentro da codificação profundidade do solo), ano 2008.

Profundidade (m)	Sistema de plantio	cm de raízes cm ⁻³ de solo	
		Linha	Entrelinha
0,00-0,25	SPDC	0,188 b	0,134 b
	MUDA	0,076 a	0,058 a
0,25-0,50	SPDC	0,029 a	0,017 a
	MUDA	0,037 a	0,016 a
0,50-0,75	SPDC	0,006 a	0,007 a
	MUDA	0,010 a	0,011 a
0,75-1,00	SPDC	0,004 a	0,006 a
	MUDA	0,009 a	0,016 a

Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A. – EBDA, Conceição do Almeida – BA, 2008. Letras iguais nas colunas, dentro de sistema de plantio, não diferem entre si, segundo teste de Tukey (p<0,10).

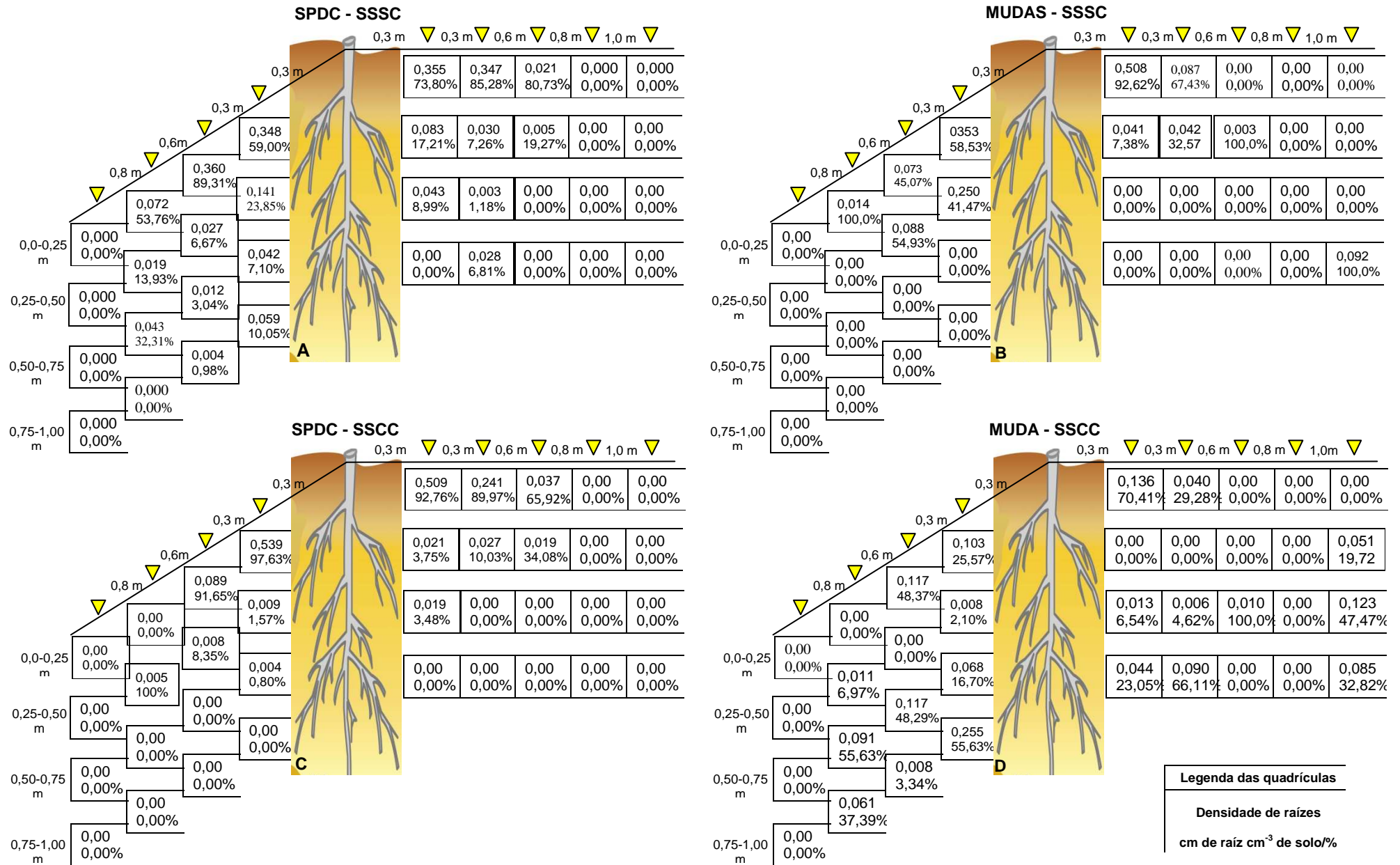


Figura 12 - Crescimento vertical e horizontal das raízes das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / tangerineira 'Sunki Tropical', nas linhas e entrelinhas de diferentes sistemas de plantio sementeira direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado - MUDA, relacionado com o tratamento de preparo do solo (sem subsolagem – SS) e correção da acidez (com calcário – CC e sem calcário – SC), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A. – EBDA, Conceição do Almeida - BA em outubro de 2008. Média das amostras retiradas de duas plantas do tratamento.

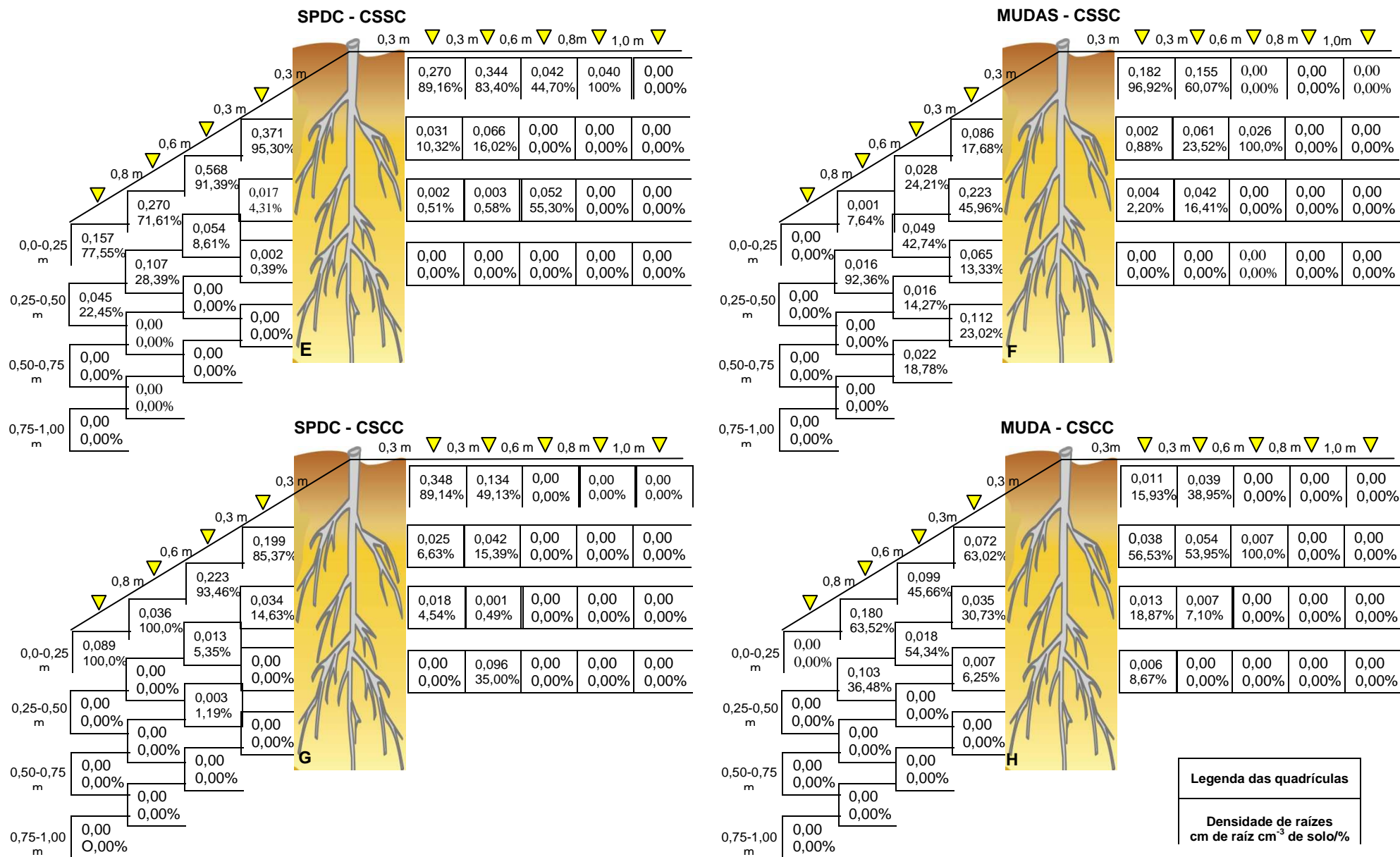


Figura 13. Crescimento vertical e horizontal das raízes das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / tangerineira 'Sunki Tropical', nas linhas e entrelinhas de diferentes sistemas de plantio semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDA, relacionado com o tratamento de preparo do solo (com subsolagem – CS) e correção da acidez (com calcário – CC e sem calcário – SC), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A. – EBDA, Conceição do Almeida - BA em outubro de 2008. Média das amostras retiradas de duas plantas do tratamento.

4. CONCLUSÕES

Crescimento da parte aérea das plantas (altura e diâmetros da copa e caule):

- Apenas para a semeadura direta no local definitivo (SPDC), nas parcelas subsoladas com e sem correção da acidez, houve efeito negativo da correção da acidez no crescimento da parte aérea das plantas (altura e diâmetros da copa e do caule);
- independentemente do preparo do solo e da correção da acidez, o crescimento da parte aérea das plantas originárias da semeadura do porta-enxerto no local definitivo foi significativamente maior do que o das plantas propagadas por meio de mudas.

Crescimento radicular (densidade de raízes):

- Não houve efeito significativo do preparo do solo nem da correção da acidez na densidade de raízes, nos dois sistemas de plantio;
- em números absolutos, a densidade de raízes foi maior nas parcelas sem calcário+gesso, contrariando o que era esperado, ou seja, um efeito positivo do calcário, pois as plantas cítricas são consideradas calcífilas (exigentes em cálcio);
- embora a densidade de raízes das plantas dos dois sistemas de plantio não difiram significativamente entre si, ela foi maior, em valores absolutos, nas plantas originárias da semeadura do porta enxerto no local definitivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR - VILDOSO, C. I.; POMPEU JUNIOR, J. Inoculação de *Phytophthora parasitica* em caules de variedades cítricas, pelo método do palito. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.22, n. suplemento, p.240, 1997. (Resumos do Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30, resumo 47). .
- ALVARENGA, C. R.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.319-326, 1996.
- ALVAREZ, V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, R. B. Gesso agrícola. [S.l.]: Hipertexto. 1999.
- ARSHAD, M. A.; Lowery, B.; Grossman, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W.; Jones, A.J. (ed.). *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141 (SSSA Special publication 49).
- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Soil Cone Penetrometer. In: **Agricultural Engineers Yearbook; Standard S313-1**. St. Joseph: ASAE, 1983. p.269- 297.
- BALASTREIRE, L. A; **Máquinas agrícolas**. Editora Manole, São Paulo, 1990.
- BORGES, E. N.; NOVAES, R. F.; REGAZZI, A. J.; FERNANDES, B.; BARROS, N. F. “Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solo”. **Revista Ceres**. Número 35 – p. 553-568 – 1988.
- CAMARGO, O. A. Efeitos da compactação em características do solo. In: **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Piracicaba, 1997. 132p.

CARVALHO, et al. Manejo de cobertura vegetal en El control integrado de malezas em citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE COBERTURA DE LEGUMINOSAS EM CULTIVOS PERMANENTES, 1998, Santa Barbara Del Zulia, Venezuela. Compedio...Santa Bárbara Del Zulia, Venezuela: Facultad de Agronomia de la Universidad Del Zulia, 1998. p. 108-130.

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

CARVALHO, J. E. B. S.; LUCIANO, S.; CALDAS, R.; ANTAS, P. E. U. T.; ARAÚJO, A. M. A. L.; 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'. *R. Bras. Frutic.*, 24:82-85, 2002.

CARVALHO, M. T. de; BORDIGNON, R.; BALLVÉ, R. M. L.; PINTO-MAGLIO, C. A. F.; MEDINA FILHO, H. P. Aspectos biológicos do reduzido número de sementes da tangerina 'Sunki'. *Bragantia*, Campinas, SP, v.56, n.1, p.69-77, 1997.

CASTLE, W. S. et al. Rootstocks for Florida citrus: rootstock selection the first step to successes. Gainesville: University of Florida, **1989**.

CASTLE, W. S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. Rootstocks for Florida Citrus; **rootstock selection $\frac{3}{4}$ the first step to success. 2.ed. Gainesville, University of Florida, 1993, 92p. 28cm. ISBN 0-916287-07-6.**

- CINTRA, L. D.; LIBARDI, P. L.; JORGE, L. A. de C. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos de citros em ecossistemas de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.212, n.3, p.313-317, 1999.
- COELHO, Y. DA S. **Tangerina para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa-SPI, 1996, 1999. 42 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 24).
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. Salvador: CEPLAC / EMATERBA / EMBRAPA/ EPABA / NITROFERTIL, 1989. 173p.
- CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal**. Tradução de Gabriela Vera Maria Caruso Catena. 2. ed. São Paulo: Rocca, 1986. 304 p.
- DIAS JUNIOR, M. S., ESTANISLAU, W. T., Grau de compactação e retenção de água de latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 45-51, 1999.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (eds) Defining soil quality for sustainable environment. p.3-21. SSSA Spec. Publ. No. 35. Madison, WI: ASA, CCSA e SSSA, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. rio de janeiro, Ministério da Agricultura de Abastecimento, 1997. 221p.
- FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 615-619, 2003.
- FIGUEIREDO, J. O. de; POMPEU JUNIOR, J.; PIO, R. M.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; DOMINGUES, E. T.; LARANJEIRA, F. F. Produção inicial do

tangor 'Murcote', sobre dezesseis porta-enxertos em São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, SP, v.18, n.1, p.165-173, 1997.

FIGUEIREDO, J. O. de; POMPEU JUNIOR, J.; RODRIGUEZ, O.; CAETANO, A. A.; ROCHA, T. R.; IGUE, T. Competição de dez porta-enxertos para laranja $\frac{3}{4}$ barão *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: SBF, 1981. v.2, p.

GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P. da; SOUZA, L. da S.; RIBEIRO, L. P. Similaridades entre o caráter coeso dos solos e o comportamento "hardsetting": estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n.1, p.239-247, 2001.

GRANT, C. A.; LANFORD, G. P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 73, n. 2, p. 223-232, May 1993.

GROHMANN, F. Compacidade. In: MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. São Paulo: Editora Polígono S.A, 1972. 459p.

GROHMANN, F. & QUEIROZ NETO, J. P. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração de raízes de arroz. *Bragantia*, 25:421-431, 1966.

HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, cap. 4, p. 431-591.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasileira, v. 35, p. 1493-1500, 2000.

- IYENGAR, B.R.V.; SHIVANANDA, T.N. Root activity pattern in sweet orange (*Citrus sinensis*) during different seasons. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. v.60, n.9, p.605-608, 1990.
- JONES, W. W., and EMBLETON, T. W. Soils, soil management, and cover crops. Ch. 4, pp.98-120 in Reuther, W. (ed.). *The Citrus Industry*, Vol. 3. University of California Division of Agricultural Sciences, Berkeley, 1973.
- KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SHUMAN, G. E. **Soil quality: a concept, definition, and framework for avaluation**. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:4-10, 1997.
- LANÇAS, K. P., Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiros e número de hastes, 1998. Tese de Doutorado em Agronomia – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: **Evaluation for sustainable land management in the developing world**. p.175-203. Int. Board for Soil Research and Management, Bangkok, Thailand. 1991.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. - **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS. 1989. 153p.
- MANTOVANI, E. C. Compactação do solo, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 13 (147): 52-5. 1987.
- MEDRADO, A. C. de M. **Cultivo de sementes versus cultivo *in vitro* de embriões de citros *Citrus spp.***: implicações na sobrevivência de híbridos. 1998. 46f. Tese (Mestrado) ¼ Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1998.

- MERNES, F. J. V.; SOUZA, C. M de.; CARDOSO, A. A.; ROCHA, V. S.; GALVÃO, J. C. C.; PIRES, F. R. Influência de diferentes métodos de preparo de solo na sua resistência à penetração. **Revista Ceres**, v.50, n.228, p.143-153, 2003
- MOREIRA, C.S., MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.1-18.
- MOREIRA, C. dos S. **Frequência de híbridos de citros *Citrus spp.* em relação ao grau de poliembrionia**. 1996. 78f. Tese (Mestrado) $\frac{3}{4}$ Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1996.
- OLIVEIRA, F. C. H.; VIEIRA, D. B.; SOUZA, I. F.; OLIVEIRA, L. F. C.; SOUSA, I. S. Estudo do sistema radicular da tangerineira 'Cleopatra' com copa de laranja 'Pêra'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 19, n. 1, p. 117-131, 1998.
- OLIVEIRA, J. B.. Solos para citros. In: RODRIGUEZ, O., VIÉGAS, F., POMPEU JR., J. & AMARO, A. A., eds. **Citricultura Brasileira**. Campinas, Fundação Cargill, v.1, p. 196-227. 1991.
- PACE, C. A. M.; ARAUJO, C. M. Estudo da distribuição do sistema radicular de porta-enxertos cítricos em solos podzólicos e sua relação com a formação das copas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF.: EMBRAPA – DDT/CNPq, 1986. p. 199 – 205.
- PEDROTTI, A.; VAHL, L. C.; PAULETTO, E. A. Absorção de nutrientes em diferentes níveis de compactação de um Planossolo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 302-304
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.C.P. **Citricultura Brasileira**. Fundação Cargill, 1980. v.1, cap. 11., p.279-296.

- REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI/SPA, 2000. (Série Estudos Agrícolas, 1).
- REZENDE, J. O.; et al. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análise e sugestões**. Salvador: SEAGRI/SPA, 2002. (Série Estudos Agrícolas, 3).
- RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Número de amostras para avaliação da resistência do solo à penetração em solo cultivado com cultura perene. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, **Resumos expandidos**. Ribeirão Preto: SBCS, 2003.
- SALIBE, A. A. Importância do porta-enxerto na citricultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE CITRICULTURA, 5., 1978, Rio de Janeiro, RJ: PESAGRO/SBF, 1978. 14p.
- SILVEIRA, P. M. da. Influência do preparo do solo e da rotação de culturas no feijoeiro. Goiania: Embrapa-CNPAP, 2002. 18p. (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 3**).
- SOUZA, L. D.; RIBEIRO, L. S.; SOUZA, L. S.; LEDO, C. A. S. & CUNHA SOBRINHO, A. P. Distribuição das raízes dos citros em função da profundidade da cova de plantio em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. R. Bras. Frutic., 28:87-91, 2006.
- SOUZA, L. da S. Uso e Manejo dos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996. Cruz das Almas, BA: Anais... Aracaju-SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.
- SOUZA, L. da S. Aspecto sobre uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. B. Inf. Da SBCS, Campinas, v. 22 , n.1, p.34-39, 1997.

- STOLF, R. et al. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf. São Paulo: MIC/IAA/PNMCA-Planalsucar, 1983. 8p. (Boletim, 1) Cap. 1 p15.
- TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Resposta da soja à aplicação de gesso agrícola informações técnicas. O Agrônomo, Campinas, v. 54, n. 2, p. 27-28, 2002.
- TINKER, P. B. Root distribution and nutrient uptake. In.: RUSSEL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. **The soil/root system en relation to Brazilian Agriculture.** Londrina: IAPAR, 1981. p. 115-136.
- TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.20, n.2, p.333-39, 1996.
- ZHANG, M. ALVA, A.K.; LI, Y.C.; CALVERT, D.V. Root distribution of grapefruit trees under dry granular broadcast vs. fertigation method. Plant and Soil, Dordrecht, v. 183, n. 1, p.79-84. 1996.

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM E SISTEMA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE ENXERTADA EM LIMOEIRO 'CRAVO' EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico: Brazilian Journal of Plant Physiology

INFLUÊNCIA DA SUBSOLAGEM, CALAGEM E SISTEMA DE PLANTIO NO CRESCIMENTO DA CULTIVAR TANGERINEIRA-TANGELO PAGE ENXERTADA EM LIMOEIRO 'CRAVO' EM SOLO COESO DOS TABULEIROS COSTEIROS DA BAHIA

Autor: Zinaldo Silveira Velame

Orientador: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Co-orientador: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

RESUMO: As plantas cítricas são muito vulneráveis às condições edáficas e ao regime pluvial. A Grande Unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros – principal berço da citricultura baiana – não satisfaz plenamente às necessidades destas plantas, devido principalmente às limitações físicas e químicas de seus solos e à má distribuição das chuvas. Procura-se encontrar um sistema de manejo alternativo que possibilite, com menor relação custo/benefício, maior sustentabilidade, tolerância à seca, precocidade de produção de frutos, longevidade e produtividade dos pomares cítricos nas condições geoambientais desse ambiente. O objetivo específico do presente trabalho foi a avaliação dos efeitos combinados do manejo do solo (com e sem subsolagem; com e sem calcário + gesso agrícola) e do sistema de plantio (muda produzida em viveiro telado e semeadura do porta-enxerto no local definitivo) no desenvolvimento da cultivar tangerineira-tangelo Page enxertada em limoeiro 'Cravo', em Latossolo Amarelo coeso de tabuleiro costeiro. O experimento foi instalado na Fazenda Poço das Pedras, Município de Rio Real, Litoral Norte do Estado da Bahia. Verificou-se o seguinte: não houve efeito significativo do preparo do solo nem da correção da acidez no crescimento das combinações copa/porta-enxerto plantas (altura e diâmetros da copa e do caule 10 cm acima da linha de enxertia). As diferenças observadas deveram--se exclusivamente ao sistema de plantio, mais favorável à semeadura do porta-enxerto no local definitivo – o que confirma uma das hipóteses formuladas, segundo a qual esse sistema de plantio resultaria em plantas mais precoces quanto ao início de produção de frutos e mais vigorosas; não houve efeito significativo do preparo do solo nem da correção da acidez nas densidades totais de raízes, nos dois sistemas de plantio; em números absolutos, a densidade de raízes foi maior nas parcelas onde foi feita a semeadura do porta enxerto no local definitivo.

Termos para indexação: citros, muda, semeadura direta do porta- enxerto, subsolagem, correção da acidez do solo.

INFLUENCE OF SUBSOILING, LIMING AND TILLAGE SYSTEMS CULTIVAR ON GROWTH OF PAGE TANGERINE-TANGELO TREES GRAFTED ON 'RANGPUR' LIME IN SOIL COHESIVE DEVELOPMENT OF THE COASTAL PLAINS OF THE BAHIA

Author: Zinaldo Silveira Velame

Advisor: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende

Co-Supervisor: Prof. Dr. Luciano da Silva Souza

ABSTRACT: The citrus plants are very vulnerable to soil conditions and the rainfall patterns. The Great Landscape Unit of Coastal Plains - main cradle of citrus Bahia - does not fully satisfy the needs of those plants, mainly due to the limitations of their physical and chemical soil and poor rainfall distribution. It seeks to find an alternative management system which allows, with less cost effective, more sustainable, drought tolerance, earliness of fruit production, longevity and productivity of citrus orchards in geoenvironmental conditions of this environment. The specific objective of this study was to assess the combined effects of soil management (with and without subsoiling, with and without lime + gypsum) and planting system (seedling produced in nursery and planting of rootstock in situ) in the development of Page tangerine-tangelo cultivar grafted on 'Rangpur' lime in Oxisol Cohesive Coastal Plain. The experiment was conducted at farm Poço das Pedras, Rio Real, Northern Coast of Bahia. It was found that: there was no significant effect of tillage or the acidity correction in the growth of canopy / rootstock plants (height and diameter of the crown and stem 10 cm above the line of graft). The differences observed were due - if only the system of planting, the sowing more favorable to the rootstock in situ - which confirms one of the assumptions under which the tillage system would result in earlier plans as to commence production fruit and more vigorous and there was no significant effect of tillage or the correction of acidity in the densities of total roots in both tillage systems; in absolute numbers, the density of roots was higher in plots where it has been sowing the door graft in situ.

Index Terms: citrus, seedling, till the rootstock, subsoiling, soil acidity in the soil.

1. INTRODUÇÃO

O solo é um componente da biosfera terrestre, fundamental não apenas para a produção de alimentos e fibras, mas também para a manutenção da qualidade ambiental e da própria vida. Sua qualidade - definida como a capacidade de sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde do homem, das plantas e dos animais - resulta da combinação de atributos físicos, químicos e biológicos, cuja interação define sua potencialidade para determinada função (DORAN & PARKIN, 1994; LARSON & PIERCE, 1994, KARLEN et al., 1997). Como meio de crescimento das plantas, deve contribuir no sistema solo-planta-clima com permeabilidade para as raízes, armazenamento e disponibilidade de nutrientes, ar e água, além de pH e temperatura adequadas - que, em conjunto, determinam sua fertilidade.

As plantas cítricas adaptam-se bem a vários tipos de solos, desde que tenham boa porosidade, permeabilidade e não existam limitações físicas ao desenvolvimento do seu sistema radicular, o qual tem relação direta com o volume da copa e a produção de frutos (OLIVEIRA, 1991). Preferem solos de textura média (em torno de 20% de argila) e pH em torno de 6,0; absorvem nutrientes na seguinte ordem de preferência: cálcio, nitrogênio, potássio, magnésio, enxofre e fósforo (macronutrientes) e ferro, manganês, cobre, boro e zinco (micronutrientes) (MALAVOLTA E VIOLANTE NETTO, 1989); não toleram solos mal drenados - raramente são encontrados bons pomares com plantas crescendo satisfatoriamente em solos bem drenados com menos de um metro de profundidade (OLIVEIRA, 1991); quando as plantas crescem em solos soltos e bem estruturados, apresentam vigoroso sistema radicular: há registro de raízes aprofundando-se até 10,2 m e estendendo-se até 7,5 m do tronco (JONES E EMBLETON, 1973; CASTLE et al., 1989) - esse desenvolvimento, entretanto, é seriamente prejudicado nos solos com camadas compactadas e/ou adensadas, onde as plantas geralmente apresentam sistema radicular superficial devido à elevada resistência à penetração, insuficiência de oxigênio e elevados teores de dióxido de carbono (PACE E ARAÚJO, 1986); além disso, as raízes apresentam baixa capacidade de absorção de nutrientes, o que tem sido atribuído ao pequeno

número de pelos absorventes - a distribuição e a quantidade desses pelos depende do porta-enxerto, da copa, da idade das plantas e da qualidade do solo.

Compacidade do solo e desenvolvimento de plantas

Grohmann (1972) utiliza o termo *compacidade* para definir o arranjo cerrado das partículas do solo. Considera *adensamento* a compacidade provocada por processos naturais ou pedogenéticos (argiluviação, cimentação com sílica etc.) e *compactação* a compacidade decorrente da compressão provocada por forças mecânicas externas (trânsito de máquinas e implementos agrícolas, animais etc.). A compactação pode ser definida como sendo a ação mecânica por meio da qual se impõe, ao solo, uma redução em seu índice de vazios, que é a relação entre o volume de vazios e o volume de sólidos. A mudança de relação das fases é devida, principalmente, à reorganização das partículas do solo, quando submetido a uma força de compressão (CAMARGO, 1983). Para isso contribui significativamente o tráfego de máquinas no manejo das culturas, geralmente muito pesadas, exercendo grande pressão no solo.

A camada compactada e ou adensada limita o crescimento e desenvolvimento das plantas (GROHMAN e QUEIROZ NETO, 1966; ALAVARENGA et al., 1996; GUPTA, 1994), a água disponível (DIAS Jr. e ESTANISLAU, 1999), as trocas gasosas (CAMARGO, 1983) e a absorção de nutrientes (PEDROTTI et al., 1994), resultando em prejuízos à produção vegetal (BORGES et al., 1988) e em aumento da energia necessária para o preparo do solo (MANTOVANI, 1987). Quando presente em profundidade superior a 0,40 m causa menor perda na produção das culturas, porém em condições de veranico, quando as raízes necessitam explorar maior volume de solo, os prejuízos podem ser grandes (CAMARGO e ALLEONI, 1997). Nos Tabuleiros Costeiros esse problema se agrava, pois além da compactação resultante do mau manejo do solo, o adensamento de horizontes subsuperficiais e as limitações de natureza química (baixo pH, altos teores de alumínio trocável, baixa disponibilidade de nutrientes, entre outros) são fatores determinantes da baixa produtividade agrícola nesse ambiente. Nesse ambiente, Cintra et al. (1999) avaliaram a distribuição do sistema radicular de cinco porta-enxertos de citros em Argissolo Acinzentado de Umbaúba (SE) e observaram

que, em função da restrição ao aprofundamento do sistema radicular imposta pelas camadas coesas, 61% das raízes localizaram-se na profundidade de 0-0,20 m e 90% de 0-0,40 m. Dos porta-enxertos avaliados, o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) foi o que apresentou menor volume total de raízes e a tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* hort. ex Tanaka) o que apresentou maior volume, além de demonstrar tendência para o aprofundamento do sistema radicular. O aumento da profundidade da cova de plantio de citros foi avaliado por Souza et al. (2006) como uma estratégia para romper a zona de coesão e aumentar o volume de solo ocupado pelas raízes, observando melhores resultados na linha de plantio para as profundidades de cova de 0,80 m, 1,00 m e 1,20 m, em relação a 0,40 m e 0,60 m.

Em termos de manejo da cultura da laranjeira [*C. sinensis* (L) Osbeck], resultados promissores foram obtidos por Carvalho et al. (1998), para minimizar o problema causado pelos constantes déficits hídricos comumente observados na Grande Unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros, ao introduzir um sistema de manejo composto pelo controle químico do mato nas linhas de plantio e plantio de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L) DC.] nas entrelinhas do pomar no período das águas. Além de melhorias nas propriedades físicas do solo, na infiltração e no armazenamento de água no solo, o sistema melhorado permitiu maior crescimento e aprofundamento do sistema radicular da laranjeira, resultando, finalmente, em aumentos de 28% e 42% na produtividade, em Conceição do Almeida (BA) e Lagarto (SE), respectivamente, em relação ao sistema em uso pelo produtor (capinas manuais + gradagens). Segundo Silveira (2002), o uso contínuo da grade pesada (conhecida como grade aradora), cortando raso o solo, pode promover a formação de camadas compactadas. Rezende et al. (2002), trabalhando com o uso da subsolagem em solo de tabuleiro, citam dados mostrando que plantas de tangor 'Murcott' [híbrido de origem desconhecida, possivelmente resultante de cruzamento entre tangerineira e laranjeira doce (*C. sinensis*) realizado pelo programa de melhoramento genético do *United States Department of Agriculture* – USDA (HODGSON, 1967) mais desenvolvidas, vigorosas, produtivas e com frutos de melhor qualidade foram aquelas cujas raízes exploraram maior volume de solo em decorrência da

subsolagem. A associação da subsolagem com o cultivo de plantas de cobertura do solo que possuam sistemas radiculares profundos e agressivos, capazes de penetrar nas camadas compactadas, é recomendável no manejo nas entrelinhas de citros (CARVALHO et al., 2002).

Resistência do solo à penetração radicular

A extensão do sistema radicular, consequência da multiplicação das células do meristema apical, determina com que eficiência a planta pode aproveitar água, ar e nutrientes disponíveis no solo. Tal extensão depende do potencial genético da planta e de fatores ambientais. Estes podem ser classificados como químicos (pH, elementos tóxicos, nutrientes), físicos (oxigenação, temperatura, umidade, densidade/porosidade) e biológicos (atividade microbiana, entre outros). Para Malavolta e Violante Neto (1989), a aeração e a resistência do solo à penetração são os principais fatores edáficos que inibem o crescimento das plantas, pois o pH e a disponibilidade de nutrientes podem ser mais facilmente corrigidos com base na análise de solo e na diagnose foliar. Elevados valores de resistência do solo à penetração e baixos de aeração influenciam negativamente no crescimento das plantas cítricas; contribuindo para baixas produtividades e, também para a redução da sua longevidade (CARVALHO et al., 2001). A resistência à penetração aumenta com a redução da umidade do solo de forma exponencial nos horizontes coesos dos Tabuleiros Costeiros e de forma linear nos horizontes não-coesos (GIAROLA et al., 2001).

A expressão ou magnitude da resistência do solo à penetração radicular depende da textura, mineralogia da fração argila, estrutura e umidade: quanto mais argiloso, denso e seco for o solo maior a resistência e, conseqüentemente, menor a penetração radicular, prejudicando a absorção de água, nutrientes e o posterior transporte destas substâncias para a parte aérea das plantas. Por isso, a resistência à penetração tem sido utilizada como indicador de qualidade do solo e em várias aplicações em diversos campos da pesquisa agrônômica, tais como: detecção de camadas compactadas, estudo da ação de ferramentas de máquinas no solo, prevenção de impedimento mecânico ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, predição da força de tração necessária para execução de

trabalhos de campo. Pode ser avaliada pelo *Índice de Cone*, definido como a resistência do solo à penetração de uma ponta cônica, e expressa como a força por unidade de área da base do cone até uma determinada profundidade. Esse índice, normalizado pela *American Society of Agricultural Engineers - ASAE* (1983), apresenta, entretanto, grandes variações em função das propriedades do solo, tais como teor de água, textura e densidade.

De acordo com Camargo (1983) e Camargo e Alleoni (1997), a resistência que um solo impõe às raízes das plantas difere da resistência medida por penetrômetros: as raízes, por serem flexíveis, crescem através dos poros do solo, fendas e rachaduras, enquanto os penetrômetros avaliam a resistência média que o solo oferece à penetração da haste rígida do equipamento. Para Mernes et al. (2003), a penetrometria utilizada como método para quantificar a resistência do solo à penetração superestima a resistência para o crescimento radicular, mas, infelizmente, não há rotina metodológica eficiente para fazer estimativas mais precisas e confiáveis do impedimento mecânico do solo. Apesar dos muitos estudos realizados, não se tem uma quantificação universalmente aceita do limite crítico acima do qual a resistência à penetração limita o crescimento radicular das plantas. Tormena e Roloff (1996), por exemplo, adotam o valor de 2,0 MPa; Grant & Lanford (1993), 1,5 a 3,0 MPa; Arshad et al (1996), de 2,0 a 4,0 MPa; Imhoff et al. (2000), 2,0 a 3,0 MPa.

Avaliação do sistema radicular das plantas

As raízes – a parte escondida das plantas – desempenham importantes funções durante o ciclo biótico do vegetal: absorção de água e nutrientes; respiração, sem qual não ocorreria a absorção dos nutrientes disponíveis; produção de aminoácidos, proteínas, hormônios e outras substâncias orgânicas; excreção de açúcares, ácidos orgânicos e componentes minerais, que contribuem para a dissolução de substâncias minerais e para o desenvolvimento de microrganismos na rizosfera; exercem influência ativa na passagem de íons absorvidos no meio, suprindo a parte aérea da planta com produtos de sua conversão; contribuem para a agregação das partículas e abrem canais ao longo

do perfil do solo, beneficiando sua estrutura; são responsáveis pela ancoragem da planta.

Inúmeros trabalhos científicos mostram que há uma relação direta positiva e estreita, entre o desenvolvimento radicular das plantas, o volume da copa e a produção de colheitas. Não obstante o crescimento do sistema radicular dependa principalmente de fatores genéticos, certas limitações do solo podem inibi-lo, reduzindo o volume do raizame e conseqüentemente o de solo explorado, afetando o crescimento e desenvolvimento da planta e produção agrícola (TINKER, 1981).

Diversos estudos têm-se voltado para o sistema radicular de culturas cítricas (CARVALHO et al., 1999; IYENGAR E SHIVANANDA, 1990; ZHANG et al., 1996; OLIVEIRA et al., 1998), com objetivos diretos de avaliação de manejo e conservação do solo e água em diferentes condições edafoclimáticas. A maioria desses estudos está voltada para as condições de sequeiro e, por isso, a maior preocupação concentra-se no desenvolvimento das raízes em profundidade. Os estudos realizados têm mostrado que as raízes tendem a se concentrar nas camadas iniciais, isto é, entre 0 e 0,3 m, com percentuais do total de raízes amostradas entre 52% e 70% (CARVALHO et al., 1999). Quanto a isso, cabe aqui a seguinte ressalva, pois tais estudos foram e geralmente são realizados com plantas originárias de mudas: segundo Cutter, 1986), a coifa da raiz é aparentemente o local de percepção da gravidade; parece ser ela capaz de controlar, no meristema, a produção de substâncias reguladoras do crescimento envolvidas no geotropismo positivo, ou seja, no seu deslocamento para baixo. Ao se eliminar a coifa, deixando-se o resto da raiz intacta, não haverá prejuízo no crescimento, porém a raiz não mais reagirá ao estímulo da gravidade, crescendo aleatoriamente. Subentende-se, pelas afirmações da autora, que ao se podar a raiz principal acima do meristema muda-se a arquitetura original do sistema radicular pivotante - que normalmente cresce e se ramifica ao longo do perfil do solo, aproveitando as reservas de água, ar e nutrientes das camadas subsuperficiais -, transformando-o num sistema radicular formado por raízes que brotam na base do caule (adventícias), superficiais, ficando as plantas mais vulneráveis às intempéries, especialmente em regiões de solos adensados e de

baixa fertilidade, e com má distribuição das chuvas, tal como ocorre nas principais regiões produtoras de citros do Estado da Bahia.

De acordo com Moreira (1995), a muda cítrica é a pedra angular da citricultura e, diga-se, das demais culturas propagadas por meio de mudas; nela, quatro características são fundamentais: a variedade “cavalo” ou porta-enxerto, a variedade enxerto ou copa, a conformação e o vigor. Quanto à conformação e ao vigor, exige-se que apresente alguns requisitos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, entre os quais se encontra o seguinte: sistema radicular bem desenvolvido, sem raízes enoveladas, retorcidas ou quebradas, com a raiz principal direita e de comprimento mínimo de 25,0 cm (COELHO, 1999). Analisando-se cuidadosamente tal exigência e levando-se em conta a prática usual de formação de pomares por meio de mudas, chega-se à conclusão de que é impossível produzir plantas com tais características, quer seja em viveiros instalados em campo, a céu aberto, ou em viveiros telados, nos quais as mudas são produzidas em recipientes rígidos e de pequeno volume [tubetes, vasos plásticos (*citropots*), sacos de polietileno etc.]. Nesses recipientes, as raízes jamais se desenvolverão bem, o enovelamento delas é inevitável e as drásticas e sucessivas podas que sofrem quando da realização do transplante sementeira-viveiro-local definitivo, com eliminação da raiz principal, alteram a morfologia e fisiologia da planta, prejudicando seu desenvolvimento, pois ela passa a utilizar energia metabólica para compensar/refazer as partes danificadas, em detrimento do crescimento e da produção (REZENDE, 2000; REZENDE et al., 2002).

Importância socioeconômica das variedades copa e porta-enxerto, avaliadas

A tangerineira-tangelo ‘Page’ [tangerineira ‘Clementina’ (*Citrus Clementina* hort. ex Tanaka) x tangelo ‘Minneola’ (*C. paradisi* Macfad. *C. tangerina* hort. ex Tanaka)], é um dos híbridos com frutos tipo tangerina criados para solucionar um grave problema da citricultura brasileira: uso concentrado de cultivares copa e porta-enxerto. O uso predominante da combinação laranjeira ‘Pera’ (*C. sinensis* / limoeiro ‘Cravo’ torna a citricultura vulnerável, com riscos imprevisíveis. Enquanto

o grupo das laranjeiras doces ocupa 90% dos pomares, as tangerineiras e seus híbridos restringem-se a 5%, o que contrasta com a tendência mundial no aumento do consumo de frutas cítricas “fáceis de descascar” e sem sementes. Com a recomendação da ‘Page’ espera-se introduzir novas alternativas que permitam ampliar a faixa de colheita dos pomares com frutos de qualidade, melhorando a participação de frutos cítricos no mercado interno. Além disso a tangerineira-tangelo ‘Page’ é mais uma opção para a citricultura de mesa e visa principalmente o mercado de frutos *in natura*.

A preferência pelo Limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) como porta-enxerto está relacionada à sua ampla adaptação às variações de solo e clima e combinação com a maioria das variedades-copa, induzindo grande produção de frutos de boa qualidade. Seria um ideótipo como porta-enxerto, mas apresenta restrições como a susceptibilidade ao declínio, à morte súbita dos citros, ao nematóide dos citros [*Tylenchulus semipenetrans* (Cobb)] e aos viróides da exocorte e xiloporose, além de moderada susceptibilidade à gomose de *Phytophthora* (POMPEU JUNIOR, 2005).

Segundo Salibe (1978), a importância do porta-enxerto cítrico reside nas inúmeras influências e modificações que ele exerce na variedade copa, passando pelo vigor, produção, qualidade dos frutos, nutrição e resistência a pragas e doenças. Para que essas características sejam atingidas, diversas espécies e variedades têm sido experimentadas e recomendadas, numa tentativa de diversificação racional, visando-se maior segurança para a citricultura.

O limoeiro ‘Cravo’ é o porta-enxerto mais utilizado na citricultura brasileira, com cerca de 80% de participação nos pomares. Essa preferência se deve, entre outras causas: tolerância à seca (90% de nossa citricultura depende das chuvas para suprimento de água), precocidade de produção de frutos e à alta produtividade que proporciona aos pomares - plantas enxertadas em limoeiro ‘Cravo’ geralmente têm boas safras a partir dos 3 anos de idade; adapta-se muito bem à diferentes solos, mesmo os mais fracos e arenosos, onde podem ter performance excelente com complementação nutricional; propaga-se por meio de

sementes, o que acarreta melhor desenvolvimento da raiz e, conseqüentemente, da planta cítrica; os frutos originários de copas enxertadas em limoeiro 'Cravo' são de bom tamanho, têm qualidade média quanto à concentração de açúcares e relação açúcares/acidez (sabor); induz a maturação precoce dos frutos, permitindo melhores preços no início da safra; é resistente à Tristeza (*Citrus tristeza vírus* – CTV), embora susceptível ao Exocortis, Xiloporose, Gomose, Nematóides, Declínio e Morte Súbita. Com as possíveis exceções do Declínio e da Morte Súbita, as demais doenças podem ser amenizadas ou eliminadas com cuidados na formação das mudas. Em regiões de alta incidência de Declínio e Morte Súbita, o limoeiro 'Cravo' tem sido substituído por citrumelo Swingle (*C. paradisi* Macf. X *Poncirus trifoliata* L. Raf.) , tangerineira 'Cleópatra' (*C. reshni* hort. ex Tanaka) ou 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka].

Recomendações técnicas para os solos coesos dos Tabuleiros

Costeiros

A Grande Unidade de Paisagem de Tabuleiros Costeiros do Brasil tem sofrido grande pressão em função do crescimento demográfico e de atividades agrícolas ao longo das últimas décadas. Seus solos são caracterizados por sua fragilidade mecânica e pela presença de camadas subsuperficiais coesas que restringem o fluxo de água e o aprofundamento de raízes no perfil. Essas características impõem desafios ao estabelecimento de explorações agrícolas sustentáveis nesse ambiente. Para Souza (1996, 1997), qualquer interferência no uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, visando ao aumento da produtividade dos sistemas agrícolas, passa necessariamente pelas seguintes ações: a) melhoria do crescimento radicular das plantas em profundidade, buscando aumentar a superfície de absorção de nutrientes, água e ar pelas plantas – neste caso, para minimizar os efeitos das frequentes estiagens; b) melhoria da dinâmica e do armazenamento de água no perfil do solo, a fim de minimizar os constantes déficits hídricos a que estão sujeitas as culturas cultivadas em tais solos, devido ao regime hídrico a que são submetidas – basicamente deve ser superado o impedimento que os horizontes coesos impõem à dinâmica da água no perfil do solo; c) melhoria das propriedades químicas do solo por meio da calagem, gessagem e adubação, visando à diminuição da

saturação por alumínio e ao aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Uma alternativa de manejo para solos com horizontes compactados e/ou adensados é a subsolagem, uma prática de cultivo, comum em algumas regiões do país, utilizada para romper camadas compactadas profundas sem causar a inversão delas; é utilizada quando se pretende melhorar a permeabilidade de camadas mais profundas do solo, facilitando, desse modo, a penetração radicular e a circulação de ar, água e nutrientes ao longo do perfil. Para Balastreire (1990), desfazer camada subsuperficial compactada e/ou adensada implica utilização de subsoladores, porém com o devido conhecimento das condições físicas do solo trabalhado, como: compactação anterior, sua profundidade, umidade para o exercício do trabalho, textura e cobertura vegetal existente, entre outras. Para Camargo e Alleoni (1997) esta prática só deve ser recomendada quando houver uma camada muito endurecida a profundidades não atingidas por outros implementos. Lanças (1998) adverte que a subsolagem é uma operação de alto consumo energético, porém se aplicada em profundidade inferior à requerida certamente causará prejuízos na produção da cultura instalada.

Por tratar-se de uma cultura calcífila, isto é, com altas exigências em cálcio, a calagem e a gessagem são práticas importantes na citricultura, sendo que uma não substitui a outra, mas ambas se completam. Em condições de solos ácidos, comum nos tabuleiros costeiros, a aplicação de calcário (calagem) eleva o pH, contribui para o aumento da disponibilidade de N, P, K, S e Mo, neutraliza o Al e/ou Mn trocáveis, fornece Ca e Mg às plantas, eleva a saturação por bases, equilibra a relação K, Mg e Ca e melhora o ambiente para o desenvolvimento radicular e atividade de microrganismos, proporcionando maior absorção e tolerância das plantas ao estresse hídrico, com reflexos positivos no crescimento da parte aérea das plantas (COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO, 1989).

O gesso agrícola, isto é, o sulfato de cálcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), é um insumo agrícola que, em muitas situações, melhora o crescimento do sistema radicular das plantas ao longo do perfil do solo. É um sal de caráter praticamente

neutro, por isso não tem efeito prático na mudança da acidez do solo, mas pode reduzir a atividade do alumínio tóxico e transportar nutrientes catiônicos para camadas subsuperficiais, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e a maior absorção de água e nutrientes. Portanto, o gesso agrícola, associado ao calcário, pode provocar alterações químicas no solo, principalmente relacionadas à diminuição da saturação por alumínio e ao aumento da saturação por bases (FARIA et al., 2003; TANAKA; MASCARENHAS, 2002).

Diante do exposto, procura-se encontrar um sistema de manejo alternativo que possibilite, com menor relação custo/benefício, maior sustentabilidade, tolerância à seca, precocidade de produção de frutos, longevidade e produtividade dos pomares cítricos nas condições geoambientais desse ambiente. O objetivo específico do presente trabalho foi a avaliação dos efeitos combinados do manejo do solo (com e sem subsolagem; com e sem calcário + gesso agrícola) e do sistema de plantio (muda e semeadura do porta-enxerto no local definitivo) no desenvolvimento da cultivar tangerineira-tangelo Page enxertada em limoeiro 'Cravo', em Latossolo Amarelo Coeso de tabuleiro costeiro. O trabalho apóia-se na seguinte hipótese: a) nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, a subsolagem associada ao uso de adubo, calcário e gesso possibilitará a exploração de um maior volume de solo pelo sistema radicular das plantas, com reflexos positivos na sustentabilidade e produtividade dos pomares; b) nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, pomares cítricos com porta-enxerto semeado no local definitivo serão mais tolerantes à seca, precoces quanto ao início da produção de frutos, longevos e produtivos do que aqueles formados por mudas, independentemente da subsolagem

2. MATERIAL E MÉTODOS

Localização e solo da área experimental.

Em julho de 2006, o experimento foi instalado na Fazenda Poço das Pedras, localizada na comunidade Lima, Município de Rio Real, Litoral Norte do

Estado da Bahia, coordenadas geográficas 11°34'25" s e 37°52'58" w, 176 m de altitude, em uma área anteriormente cultivada com culturas de subsistência (Figura 1).

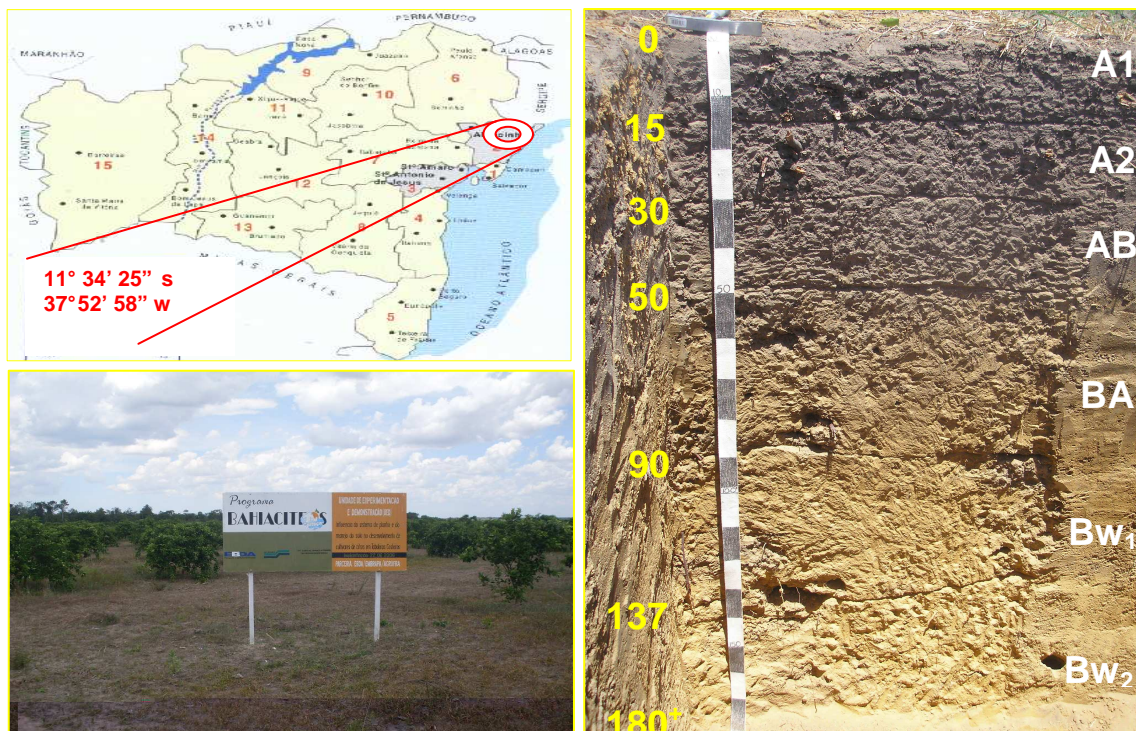


Figura 1. Localização do experimento: Fazenda Poço das Pedras, Município de Rio Real, Litoral Norte do Estado da (mapa: SEI, 1998; perfil do solo: Costa e Carvalho, 2008; placa, arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

O solo (Figura 1), classificado como Latossolo Amarelo Coeso, apresenta as características físicas mostradas nas tabela 1. A classe textural ao longo do perfil varia de franco arenoso, (horizonte A1) a argilo arenoso (horizonte BA). De acordo com a descrição morfológica apresenta compactação nos horizontes A1 e A2 e coesão no AB, BA e topo do Bw₁.

Tabela 1. Análises físicas do solo

Horizonte	Espessura (m)	Granulometria (g kg ⁻¹)			Relação silte/argila	Classe Textural
		Areia	Silte	Argila		
A1	0 - 0,15	700	120	180	0,7	Franco arenoso
A2	0,15 - 0,30	680	90	230	0,4	Franco argilo arenoso
AB	0,30 - 0,50	680	60	260	0,2	Franco argilo arenoso
BA	0,50 - 0,90	580	60	360	0,2	Argilo arenoso
Bw ₁	0,90 - 1,37	600	80	320	0,3	Franco argilo arenoso

Fonte: Carvalho e Costa (2008).

Quanto às análises químicas (Tabela 2), o solo do local do experimento apresenta acidez ativa elevada (pH variando de 4,8 a 5,0), nos horizontes BA e B₂; acidez média (pH variando de 5,2 a 5,7), nos horizontes AB e A₂; acidez fraca no horizonte A₁ (pH acima de 6,1), baixo a médio teores de alumínio (Al), médio a alto teores de cálcio (Ca), baixo a médio teores de magnésio (Mg), muito baixo a alto teores de potássio (K), altos teores de fósforo (P) nos horizontes A₁ e A₂; médio no AB e baixo no horizontes BA, B₁ e B₂, alto teores de matéria orgânica (MO) e baixa a média saturação por bases (SB).

Tabela 2. Análises químicas do solo, cedidas pela Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB

Hor	pH	Al	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	V	MO	Saturação por Al	P
	H ₂ O	cmol _c dm ⁻³						%	g Kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	
A ₁	6,30	0,00	2,80	0,70	0,290	0,020	3,81	5,46	70,00	18,00	0	29
A ₂	5,70	0,10	2,00	0,50	0,030	0,020	2,55	4,86	52,00	13,66	3,77	29
AB	5,20	0,30	1,00	0,30	0,080	0,010	1,39	3,70	38,00	9,31	17,75	14
BA	4,80	0,50	0,60	0,20	0,070	0,010	0,88	2,86	31,00	11,69	36,23	0
B ₁	5,00	0,30	0,60	0,20	0,020	0,010	0,83	2,26	37,00	3,10	26,55	0
B ₂	4,90	0,50	0,60	0,20	0,010	0,010	0,81	2,35	35,00	2,90	38,17	0

A ocorrência de horizontes coesos, a elevada acidez e a baixa saturação por bases justificam os tratamentos de preparo do solo, correção da acidez e adubação utilizados neste trabalho.

Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima local é do tipo As, quente a úmido. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.170 mm, variando entre 900 a 1.300 mm, sendo os meses de março a setembro os mais chuvosos e de outubro a fevereiro os mais secos, com excedente hídrico em maio, junho e julho. A temperatura média anual é 24,1°C e a evapotranspiração potencial 1.267 mm anuais. A Figura 2 mostra a média da distribuição das chuvas

durante o período experimental, anos 2006 a 2008 (dados: Posto Meteorológico da Fazenda Lagoa do Coco).

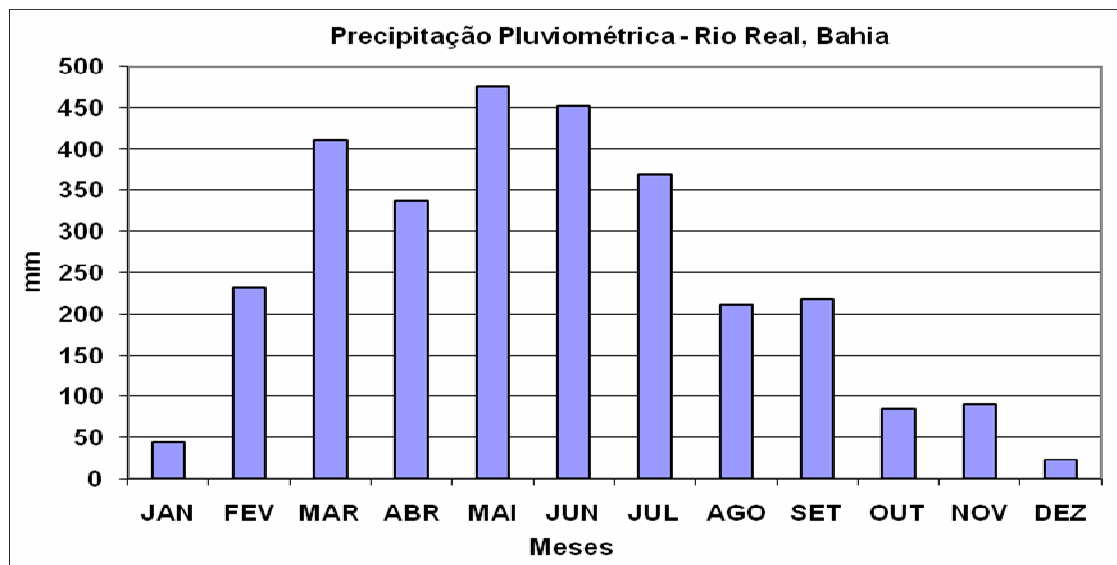


Figura 2. Distribuição das chuvas durante o período experimental (médias dos anos 2006 a 2008. Posto Meteorológico da Fazenda Lagoa do Coco – Rio Real – BA.

Croqui de campo e delineamento experimental (Figura 3). O experimento consta de quatro parcelas experimentais de 576 m², cada uma delas com quatro linhas de 24 plantas, ou seja, 96 plantas, no espaçamento de 6,0 x 4,0 m. Tais parcelas foram subdivididas para o estudo da correção da acidez do solo (SC e CC= sem e com correção, respectivamente). Cada subdivisão ou subparcela contém quatro linhas de seis plantas (representadas por x), ou seja, 24 plantas. Ao longo das duas fileiras centrais, foi delimitada a parcela útil (destacada pelo retângulo vermelho) para as seguintes avaliações: resistência mecânica do solo à penetração, umidade gravimétrica atual, altura de planta, diâmetros da copa e do caule, crescimento do sistema radicular.

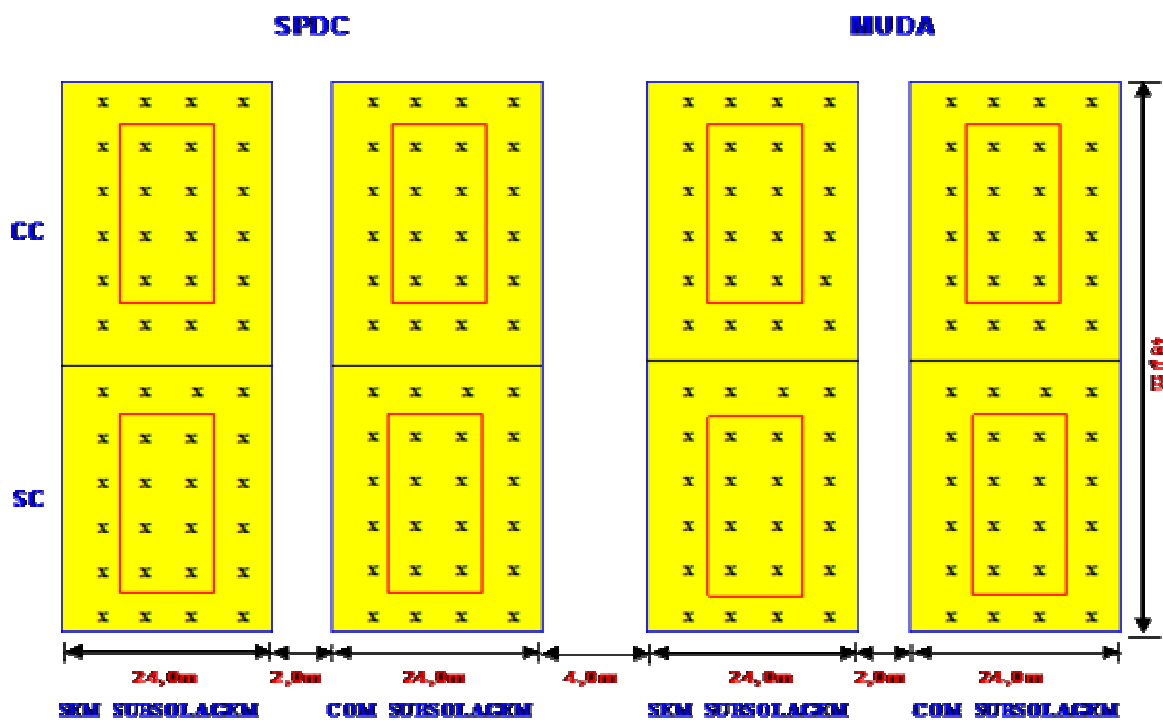


Figura 3 - Croqui de campo da área experimental (área total: 48 m x 104 m = 4.992, m², aproximadamente 0,5 há), considerando dois sistemas de plantio: sementeira do porta-enxerto no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado(MUDA). Fazenda Poço das Pedras, Rio Real BA

Preparo do solo. Tratamento sem subsolagem (SS): aração + gradagem + plantio em covas de 40,0 cm x 40,0 cm x 40,0 cm; tratamento com subsolagem (CS): aração + gradagem + subsolagem feita com subsolador de cinco hastes (duas dianteiras e três traseiras), de acionamento hidráulico, com cilindro trilhador e sistema hidráulico de transporte pneumático, da marca Baldan[®], acoplado a trator de pneus marca Massey Ferguson[®] de 130 CV e tração 4 x 4 (Figura 4).



Figura 4 - Instalação do experimento e preparo do solo, com destaque para a subsolagem sobre as linhas de plantio, marcadas com cal. A haste central traseira do subsolador passa sobre a linha de plantio (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

As hastes subsoladoras, dotadas de ponteiros de 0,07 m de largura, sem asas, mediam 0,60 m de comprimento. A haste central traseira do subsolador passou sobre as linhas de plantio, marcadas com cal. A frente de serviço foi regulada para largura máxima (2,0 m). A velocidade operacional do trator e a devida regulação do subsolador, a exemplo do espaçamento entre as hastes, asseguraram um eficiente rompimento do solo na profundidade de corte entre 0,40 e 0,45 m. Nas demais operações de preparo, realizadas com o solo friável, foram utilizados: grade aradora marca Baldan modelo GTCR, com 12 discos de 32" e grade niveladora flutuante marca Baldan, modelo NVF/NVFP, com 44 discos de 22" .

Correção da acidez do solo e adubação. O calcário, cuja quantidade foi determinada pelo método da saturação por bases, substituindo-se 25% do CaO do calcário por gesso agrícola, foi aplicado à lanço na superfície da subparcela com correção da acidez (Figura 5, primeira foto), 60 dias antes do plantio.



Figura 5 - Calagem, à lanço, na superfície da subparcela (primeira foto) e adubação nas covas de plantio, com destaque para a participação de alunos de graduação em Agronomia nos trabalhos (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

A adubação, igual para todas as subparcelas, foi feita nas covas de plantio (fosfato e primeira dose de uréia e cloreto de potássio) e na projeção da copa das plantas (segunda dose de uréia e cloreto de potássio).

Sistemas de plantio e tratos culturais. Plantio de mudas, produzidas em condições de viveiro telado, utilizando-se sementes e borbulhas certificadas, e semeadura do porta-enxerto direto no campo, isto é, no local definitivo (SPDC), com enxertia *in loco*, utilizando-se sementes (10 a 15 por cova, para assegurar um número mínimo de plantas) e borbulhas certificadas (Figura 6).

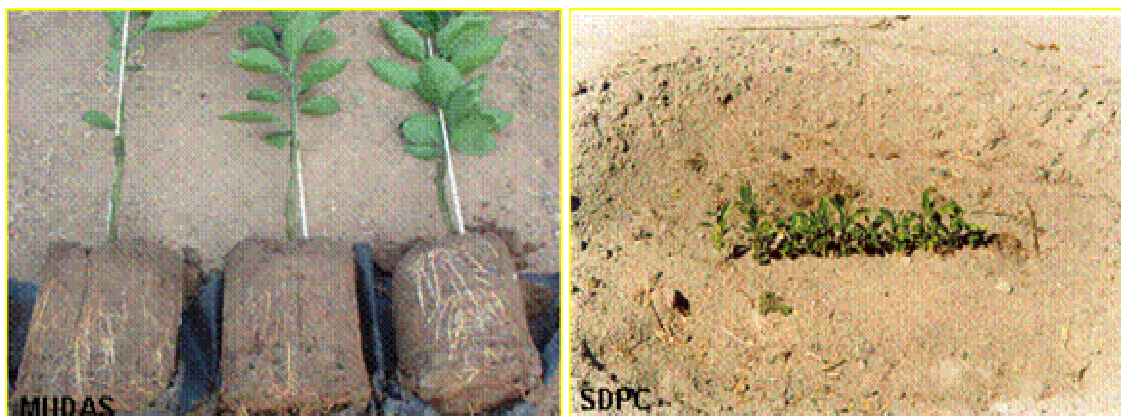


Figura 6 - Mudanças produzidas em condição de viveiro telado e semeadura direta do porta-enxerto no local definitivo (SPDC); cultivo de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.], nas entrelinhas de plantio e área capinada no período seco (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo Baiano - UFRB).

As entrelinhas de plantio foram cultivadas com feijão de porco, alternado com amendoim (*Arachis hipogea* L.). A primeira espécie é uma leguminosa com alto poder de penetração de raízes (*subsolador biológico*) e produção de biomassa, utilizada para proteção, estruturação e fertilização do solo; a segunda, além desses benefícios nos solo, é utilizada para consumo humano, agregando-se valor à produção de citros. O combate às pragas e doenças, podas, capinas etc. foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para os citros.

Avaliações

Resistência mecânica do solo à penetração (R). As determinações de resistência do solo à penetração foram realizadas no mês de junho de 2009, nas linhas e entrelinhas de plantio de parcela com e sem subsolagem (sem correção da acidez), ao longo do perfil até a profundidade de 0,60 m, com 12 repetições. Nessas determinações, utilizou-se o penetrômetro de impacto modelo IAA – Planalsúcar-Stolf, segundo técnica descrita por Stolf et al. (1983) (Figura 7).



Figura 7 - Determinação da resistência mecânica do solo à penetração e da umidade gravimétrica atual (fotos: arquivo da UFRB Universidade Federal do Recôncavo Baiano).

O cálculo da resistência foi feito por meio da seguinte equação, para um impacto com altura de queda de 0,40 m (STOLF, et al.1983):

$$R \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,89 N \text{ (N = n}^{\circ}\text{ de impactos dm}^{-1}\text{)},$$

convertendo-se kgf cm^{-2} em MPa (Sistema Internacional de Unidades) por meio da equação: $\text{MPa} = \text{kgf cm}^{-2} \times 0,0981$ (ARSHAD et al.,1996).

Para a interpretação dos resultados da penetrometria empregaram-se critérios descritos por Soil Survey Staff (1993), citado por Arshad et al. (1996), que considera as seguintes classes de resistência à penetração: baixa, de 0,1 a 1,0 MPa; moderada, de 1,0 a 2,0 MPa; alta de 2,0 a 4,0 MPa; muito alta, de 4,0 a 8,0 MPa e extremamente alta, acima de 8,0 MPa.

Umidade gravimétrica atual. Nos pontos onde foram feitas determinações de resistência do solo à penetração, foram coletadas amostras de solo na porção média das camadas de 0 - 0,30 m e 0,30 - 0,60 m (Figura 7) para a determinação da umidade gravimétrica atual, feita de acordo com técnica descrita por Embrapa – SNLCS (1997).

Crescimento da parte aérea das plantas. Foram avaliados a altura e os diâmetros da copa e do caule das plantas úteis de cada subparcela. A altura foi medida com uma estadia (utilizada na agrimensura); o diâmetro do caule foi medido com um paquímetro de madeira, 0,10 m acima do ponto de enxertia; o diâmetro da copa foi medido com o auxílio de uma trena, considerando-se as ramificações ao longo da linha de plantio (Figura 8).



Figura 8 - Avaliação do crescimento da parte aérea das plantas. Fazenda Poço das Pedras, Rio Real, 2009. (fotos: arquivo da Universidade Federal do Recôncavo)

Crescimento radicular das plantas. Para essa avaliação, as raízes de duas plantas representativas de cada tratamento foram coletadas ao longo do perfil do solo, em quatro camadas (0 - 0,25 m; 0,25 - 0,50 m; 0,50 - 0,75 m e 0,75 - 1,00 m de profundidade) e em dois planos perpendiculares (linha e entrelinha de plantio), de maneira semelhante a um sistema de eixos cartesianos com a planta no ponto zero (Figura 9). Partindo-se da planta, as distâncias dos pontos de amostragem foram: 0,30 m, 0,60 m, 1,20 m e 2,00 m - na linha de plantio; 0,30 m, 0,60 m, 1,20 m, 2,00 m e 3,00 m - na entrelinha de plantio. Desse modo, tem-se: cinco tratamentos x duas plantas por tratamento x quatro profundidades x nove posições = 360 amostras de raízes.

A coleta das raízes foi feita com um cilindro de aço de 1,20 m de comprimento e 0,085 m de diâmetro, marcados a cada 0,25 m. Esse cilindro era introduzido no solo úmido (umidade próxima da capacidade de campo) com o auxílio de uma marreta de 6 kg e extraído com o auxílio de barras de ferro introduzidas num orifício existente na extremidade superior do mesmo. O material assim coletado era recolhido em um balde e posteriormente colocado em sacos previamente identificados.

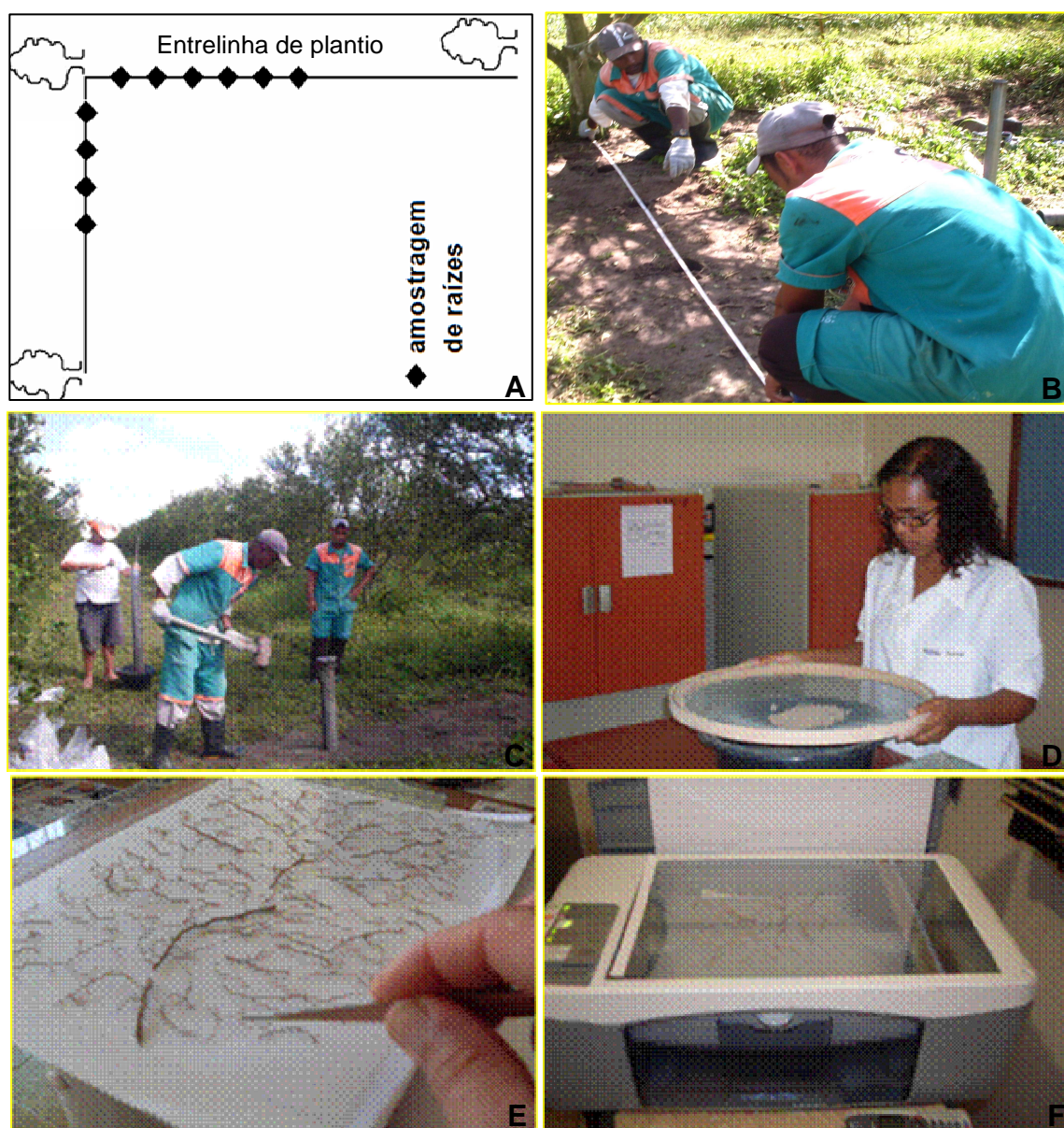


Figura 9 – Avaliação das raízes: A, pontos de amostragem; B, medida das distâncias dos pontos de amostragem em relação à planta; C, introdução do cilindro no solo úmido; D, separação das raízes; E e F, leitura no scanner (HP Photosmart C4200 series).

Após a coleta, as raízes foram separadas do solo por peneiramento e secagem à sombra; em seguida foram digitalizadas em imagens monocromáticas por meio de um *scanner* (HP Photosmart C4200 series) e processadas pelo programa GSRoot proposto por Guddanti & Chambers (1993). Esses autores subdividiram o diâmetro das raízes em três classes de tamanho ($D1 < 0,5$ mm; $0,5$ mm $< D2 < 1,0$ mm; $1,0$ mm $< D3 > 2,0$ mm) e determinou o somatório do comprimento das raízes de cada diâmetro - o que permitiu determinar o comprimento de raízes por volume de solo de cada amostra.

Análise estatística

A análise da variância foi realizada em delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcela subdividida no espaço, tendo-se individualizado os locais da linha de plantas e entrelinhas. Para a linha de plantas, utilizou-se o esquema $2 \times 4 \times 4 \times 3$ (dois sistemas de produção, quatro posições em relação à planta, quatro profundidades e três diâmetros de raiz), com duas repetições (plantas); para as entrelinhas, foi utilizado o esquema $2 \times 5 \times 4 \times 3$ (dois sistemas de produção, cinco posições em relação à planta, quatro profundidades e três diâmetros de raiz), com duas repetições (plantas). Os três diâmetros de raiz foram comparados nos dois sistemas de produção, em relação às quatro profundidades, num total de 36 contrastes. Os locais em relação à planta foram comparados entre si, em cada uma das 36 situações. Também foram determinados os valores percentuais relativos das raízes, dentro de cada variável. A parcela experimental foi constituída de uma amostra de raiz de determinado diâmetro, retirada em cada profundidade, posição em relação à planta e sistema de produção. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas pelo Statistical Analysis System - SAS (SAS Institute, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência mecânica do solo à penetração. Os resultados da avaliação da resistência mecânica do solo à penetração nas linhas de plantio com e sem subsolagem são mostrados na Figura 10.

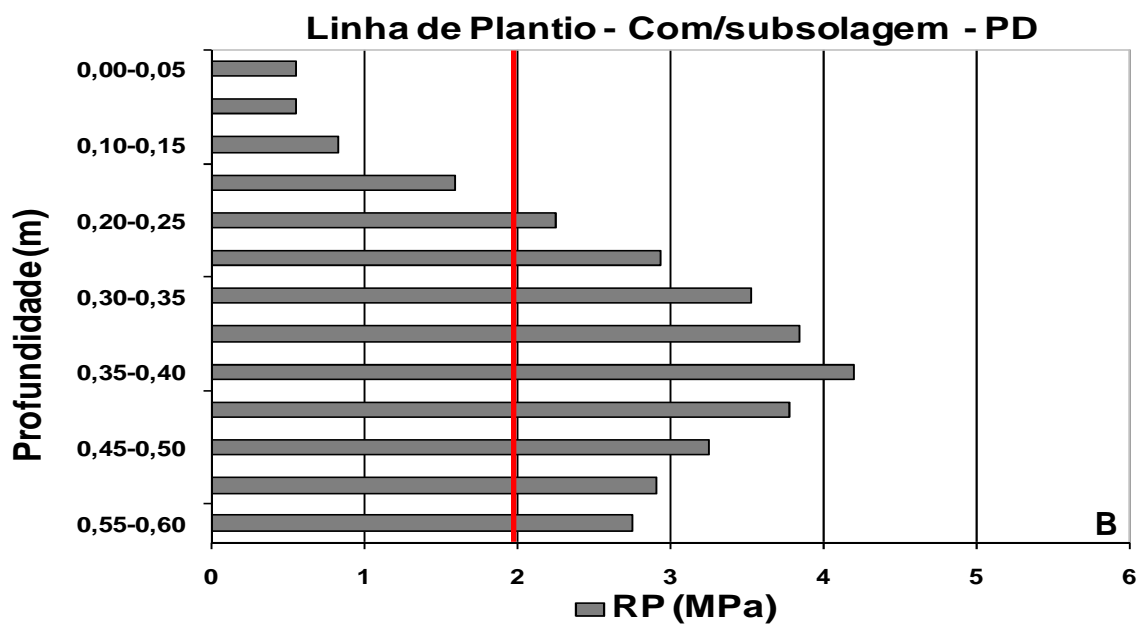
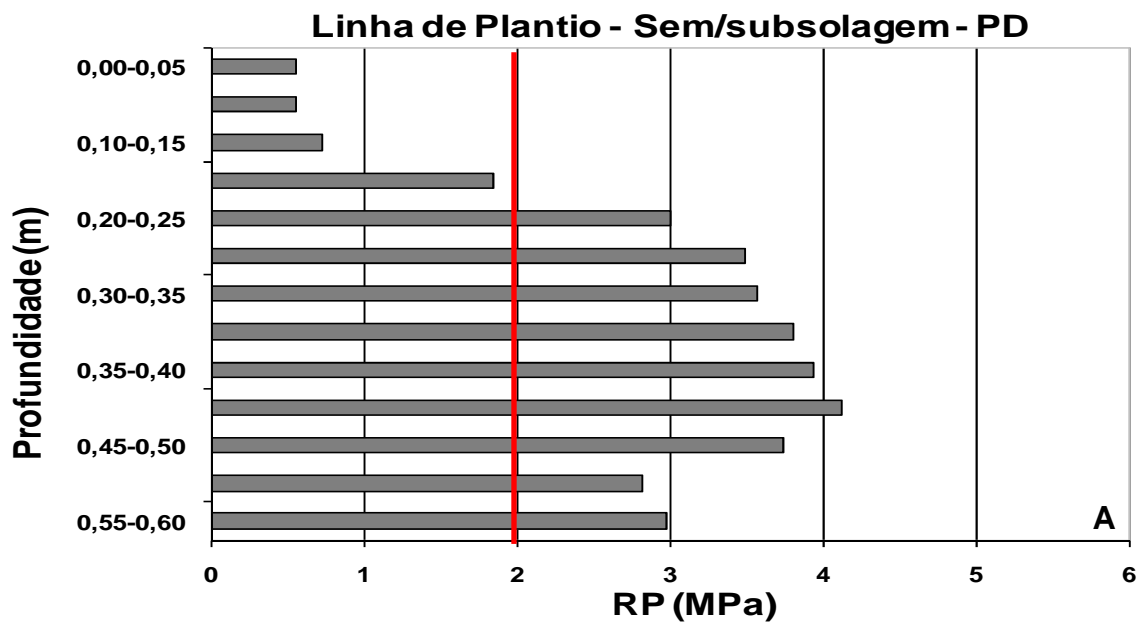


Figura 10 – Resistência mecânica do solo à penetração nas linhas de plantio das parcelas sem subsolagem (A) e com subsolagem (B), no sistema plantio semeadura direta no local definitivo - SPDC. A linha vermelha indica a resistência acima da qual o crescimento das plantas seria limitado.

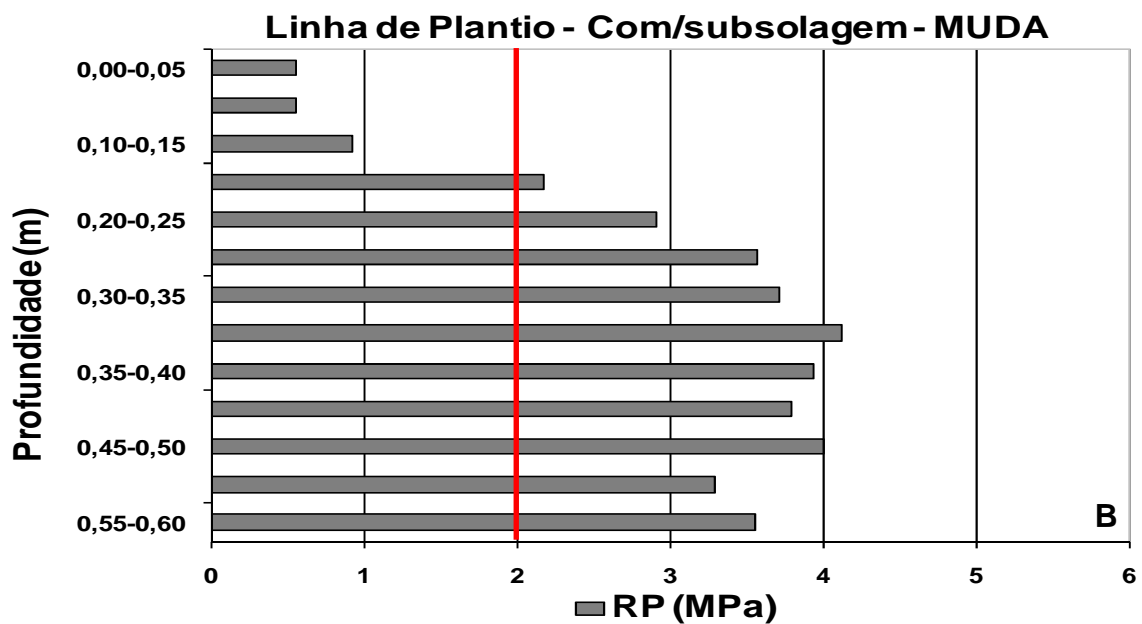
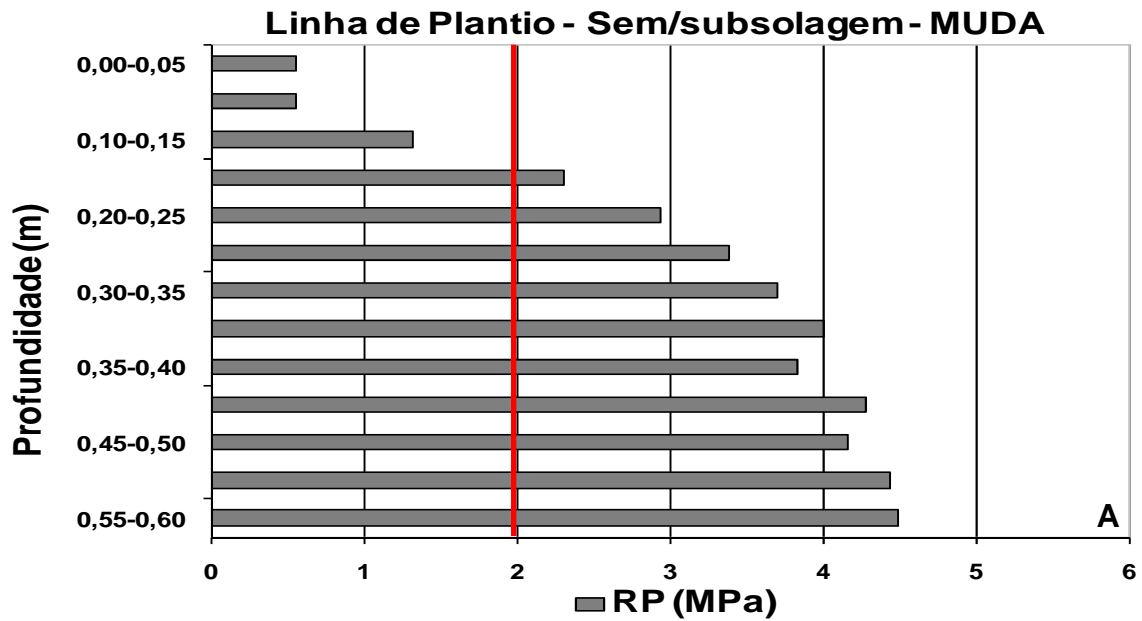


Figura 11 – Resistência mecânica do solo à penetração nas linhas de plantio das parcelas sem subsolagem (A) e com subsolagem (B), no sistema de plantio por mudas convencionais produzidas em viveiro telado - Mudas. A linha vermelha indica a resistência acima da qual o crescimento das plantas seria limitado.

Em ambos os sistemas de plantio, os resultados da resistência mecânica do solo à penetração nas parcelas com e sem subsolagem são semelhantes, indicando que as hastes subsoladoras não romperam o solo na profundidade

desejada (cerca de 0,45 m). De acordo com os critérios estabelecidos por Soil Survey Staff (1993), citado por Arshad et al. (1996), as áreas amostradas apresentam as seguintes classes de resistência mecânica do solo à penetração:

SPDC, linha de plantio sem subsolagem (Figura 10 - A): baixa, na camada de 0 - 0,15 m; moderada, na camada de 0,15 - 0,20 m; alta, nas camadas de 0,20 - 0,40 m e 0,45 - 0,60 m; muito alta, na camada de 0,40-0,45 m.

SPDC, linha de plantio com subsolagem (Figura 10 - B): baixa, na camada 0,0 - 0,15 m; moderada, na camada 0,15 - 0,20 m; alta, nas camadas 0,20 -0,35 m e 0,40-0,60 m; muito alta, na camada 0,35 - 0,40 m.

Muda, linha de plantio sem subsolagem (figura 11 - A): baixa, na camada de 0,0 - 0,10 m; moderada, na camada 0,10 - 0,15 m; alta, na camada 0,15 - 0,40 m; muito alta, na camada 0,40 - 0,60 m.

Muda, linha de plantio com subsolagem (figura 11 - B): baixa, na camada de 0,0 - 0,15 m; alta, nas camadas 0,15 - 0,35 m e 0,40 - 0,60 m; muito alta, na camada 0,35 - 0,40 m.

. Os valores da umidade gravimétrica atual nos pontos de amostragem da resistência mecânica do solo à penetração encontram-se na Tabela 3. São semelhantes entre si, não sendo, portanto, causa de variação dos valores da resistência.

Tabela 3. Umidade gravimétrica atual ($U_g = \text{kg kg}^{-1}$) nos pontos de amostragem da resistência mecânica do solo à penetração. Fazenda Poço das Pedras, Rio Real, 2009.

UMIDADE GRAVIMÉTRICA ATUAL – U_g (g kg^{-1})				
Profundidade (m)	Sem subsolagem		Com subsolagem	
	SPDC	MUDAS	SPDC	MUDAS
0,00 – 0,30	1,113	1,233	1,134	1,078
0,30 – 0,60	1,175	1,170	1,183	1,105

Legenda: SPDC – semeadura do porta-enxerto no local definitivo; Mudanças – Mudanças convencionais produzidas em viveiro telado.)

Crescimento da parte aérea. A figura 12 mostra a maior altura das plantas originárias da sementeira do porta-enxerto no lugar definitivo (SPDC) em relação às plantas procedentes de mudas.



Legenda das fotos: **SS**, sem subsolagem; **CS**, com subsolagem; **SC**, sem calcário; **CC**, com calcário.

Figura 11 - Altura das plantas relacionada com o sistema de plantio, preparo do solo e correção da acidez. Fazenda Poço das Pedras – Rio Real, abril de 2009,).

A tabela 4 mostra o teste das médias do crescimento da parte aérea das plantas (m) em cada sistema de plantio, relacionado com os tratamentos de preparo do solo e de correção da acidez. Percebe-se que não há influência significativa do preparo do solo nem da correção da acidez no crescimento das plantas (AP, DC e Dc). As diferenças significativas deveram--se exclusivamente ao sistema de plantio, mais favorável ao SPDC – o que confirma uma das hipóteses formuladas, ou seja, a semeadura direta do porta-enxerto cítrico no local definitivo resulta em pomares mais vigorosos e, possivelmente, mais longevos e produtivos.

Tabela 4. Crescimento da parte aérea (m) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / limoeiro 'Cravo' em diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDAS), relacionado com os tratamentos de preparo do solo e de correção da acidez.. Fazenda Poço das Pedras- Rio real – BA (outubro de 2009).

Parte aérea*	Sem subsolagem		Com subsolagem	
	Sem calcário	Com calcário	Sem calcário	Com calcário
	SPDC			
AP	2,08 b	1,90 b	2,13 b	1,83 b
DC	2,07 b	1,87 b	1,87 b	1,87 b
Dc	0,05 b	0,06 b	0,06 b	0,06 b
	MUDAS			
AP	1,31 a	1,42 a	1,41 a	1,38 a
DC	1,16 a	1,22 a	1,17 a	1,06 a
Dc	0,03 a	0,04 a	0,04 a	0,03 a

*Legenda: AP, altura de plantas; DC, diâmetro da copa; Dc, diâmetro do caule; SPDC, semeadura do porta-enxerto direto no campo (no local definitivo). **Letras iguais nas linhas, dentro dos tratamentos de correção da acidez, e letras iguais nas colunas, dentro de sistema de plantio, não diferem entre si, segundo o teste de Tukey ($p<0,05$).**

Crescimento radicular das plantas

Para essa avaliação, os diâmetros (D) das raízes foram agrupados em três classes de tamanho, de acordo com o método proposto por Guddanti & Chambers (1993): **D1**<0,5 mm; 0,5 mm<**D2**<1,0 mm; 1,0 mm<**D3**>2,0 mm. Entretanto, para

facilitar a discussão dos resultados e evitar que se tornasse repetitiva e enfadonha, optou-se por apresentar apenas a distribuição da densidade total das raízes (cm de raiz cm⁻³ de solo) nos pontos de amostragem, mostrada nas figuras 12 e 13. A explicação da distribuição de raízes mostrada nessas figuras torna-se mais prática considerando-se o teste das médias mostrado nas tabelas 6 a 8.

Tabela 6 - Densidade de raízes (cm de raiz / cm³ de solo) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / limoeiro 'Cravo' relacionada com diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado - MUDA, preparo do solo e correção da acidez (desdobramento de sistema de plantio dentro da codificação preparo do solo e correção da acidez), Fazenda Poço das Pedras, Rio Real, BA, ano 2008.

Preparo do solo	Correção da acidez	Linha de plantio		Entrelinha de plantio	
		SPDC	MUDA	SPDC	MUDA
Sem Subsolação	Sem Calcário	0,009 a	0,002 a	0,005 a	0,003 a
	Com Calcário	0,007 a	0,007 a	0,006 a	0,003 a
Com Subsolação	Sem Calcário	0,011 a	0,004 a	0,003 a	0,001 a
	Com Calcário	0,003 a	0,002 a	0,010 a	0,007 a

*Legenda: SPDC, semeadura do porta-enxerto no local definitivo. Letras iguais nas colunas, dentro de cada tratamento de preparo de solo. não diferem entre si. segundo o teste de Tukey ($p < 0.10$).

Independentemente do preparo do solo e da correção da acidez, não há diferenças significativas entre as densidades totais de raízes nos dois sistemas de plantio, tanto nas linhas quanto nas entrelinhas de plantas. Entretanto, em números absolutos, a semeadura do porta enxerto no local definitivo (SPDC) proporciona maior densidade de raízes do que o plantio de mudas.

As tabelas 7 e 8 mostram, respectivamente, a distribuição da densidade de raízes ao longo da linha de plantio e ao longo do perfil do solo (até um metro de profundidade). Independentemente **da posição**, ou seja, **distância da planta**, (Tabela 7), a semeadura do porta-enxerto no local definitivo possibilitou maior densidade de raízes do que o plantio de mudas, sendo as diferenças significativas nos primeiros 0,30 m de distância em relação ao caule das plantas.

Analisando-se os valores de densidade de raízes **dentro de cada profundidade** (Tabela 8), verifica-se que, não há diferenças significativas nos dois sistemas de plantio, nas linhas e entrelinhas de plantas. Entretanto, em

números absolutos, a semeadura do porta enxerto no local definitivo proporcionou maior densidade de raízes também ao longo do perfil do solo.

Tabela 7 - Densidade total de raízes (cm de raiz / cm³ de solo) ao longo do perfil do solo (até um metro de profundidade) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / limoeiro 'Cravo', em cada posição de amostragem em diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado - MUDA). Fazenda Poço das Pedras – Rio Real – BA, ano 2008. (Desdobramento de sistema de plantio dentro da codificação posição).

Distância da planta (Posição) (m)	Sistema de plantio	cm de raízes cm ⁻³ de solo	
		Linha	Entrelinha
0,30	SPDC	0,015 b	0,016 b
	MUDA	0,001 a	0,005 a
0,60	SPDC	0,009 a	0,006 a
	MUDA	0,012 a	0,008 a
1,20	SPDC	0,005 a	0,007 a
	MUDA	0,002 a	0,005 a
2,00	SPDC	0,001 a	0,000 a
	MUDA	0,000 a	0,000 a
3,00	SPDC	-	0,000 a
	MUDA	-	0,000 a

Letras iguais na coluna, dentro de cada sistema de plantio, não diferem entre si, segundo teste de Tukey ($p < 0,10$).

Tabela 8 - Densidade de raízes (cm de raiz / cm³ de solo) dentro de cada camada de solo das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / limoeiro 'Cravo' em diferentes sistemas de plantio (semeadura no local definitivo - SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDA). Fazenda Poço das Pedras, Rio Real – BA, 2008. (Desdobramento de sistema de plantio dentro da codificação profundidade do solo).

Profundidade (m)	Sistema de plantio	cm de raízes cm ⁻³ de solo	
		Linha	Entrelinha
0,00-0,25	SPDC	0,015 a	0,008 a
	MUDA	0,008 a	0,007 a
0,25-0,50	SPDC	0,009 a	0,004 a
	MUDA	0,004 a	0,004 a
0,50-0,75	SPDC	0,004 a	0,006 a
	MUDA	0,001 a	0,002 a
0,75-1,00	SPDC	0,002 a	0,006 a
	MUDA	0,002 a	0,001 a

Letras iguais nas colunas, dentro de sistema de plantio, não diferem entre si, segundo teste de Tukey ($p < 0,10$).

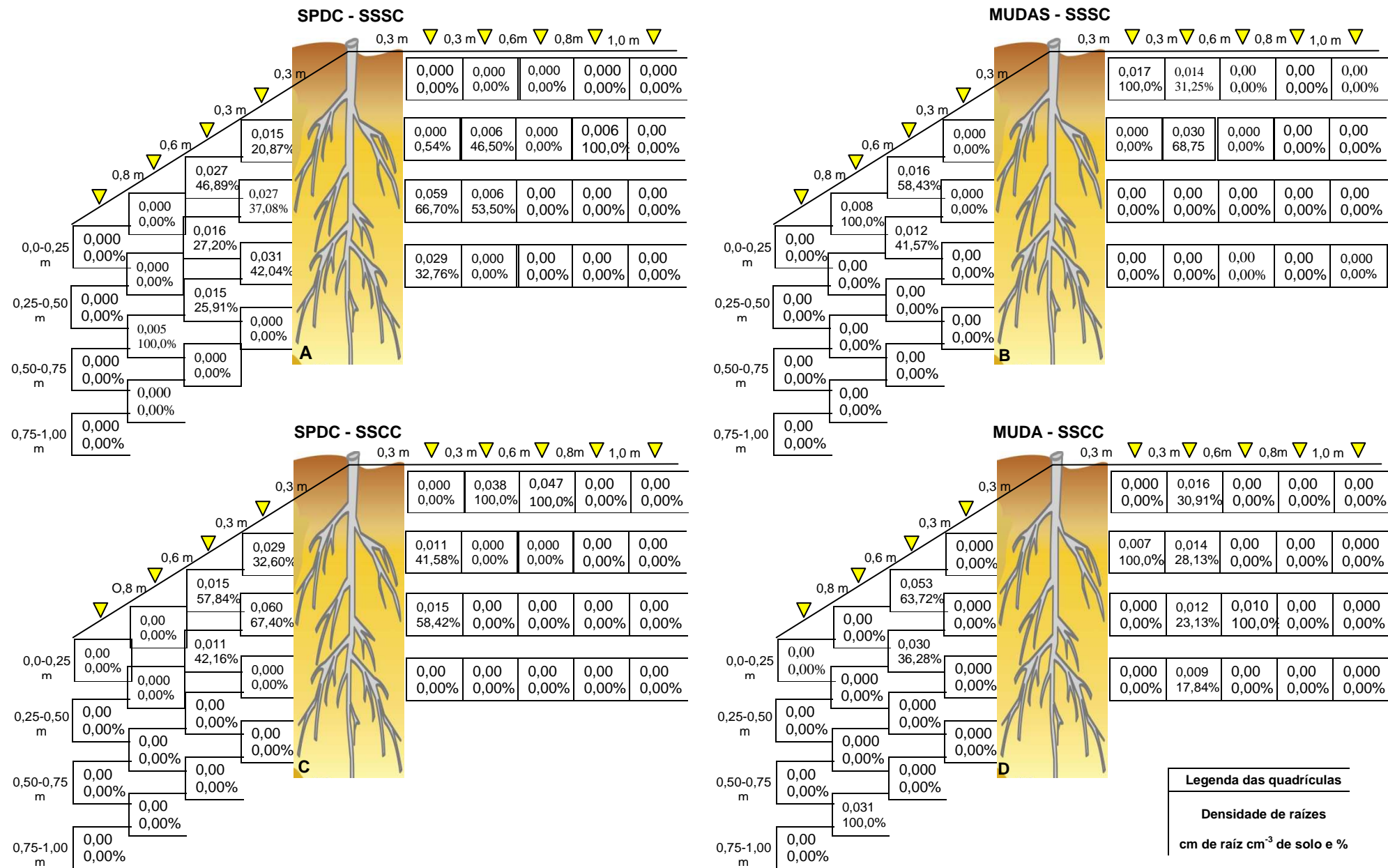


Figura 12 - Crescimento vertical e horizontal das raízes (cm de raiz cm⁻³ de solo) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / limoeiro 'Cravo', nas linhas e entrelinhas de diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDA), relacionado com o tratamento de preparo do solo (sem subsolagem - SS) e correção da acidez (com calcário – CC e sem calcário – SC). Fazenda poço das Pedras, Rio Real – BA, outubro de 2008 . Média das amostras retiradas de duas plantas do tratamento.

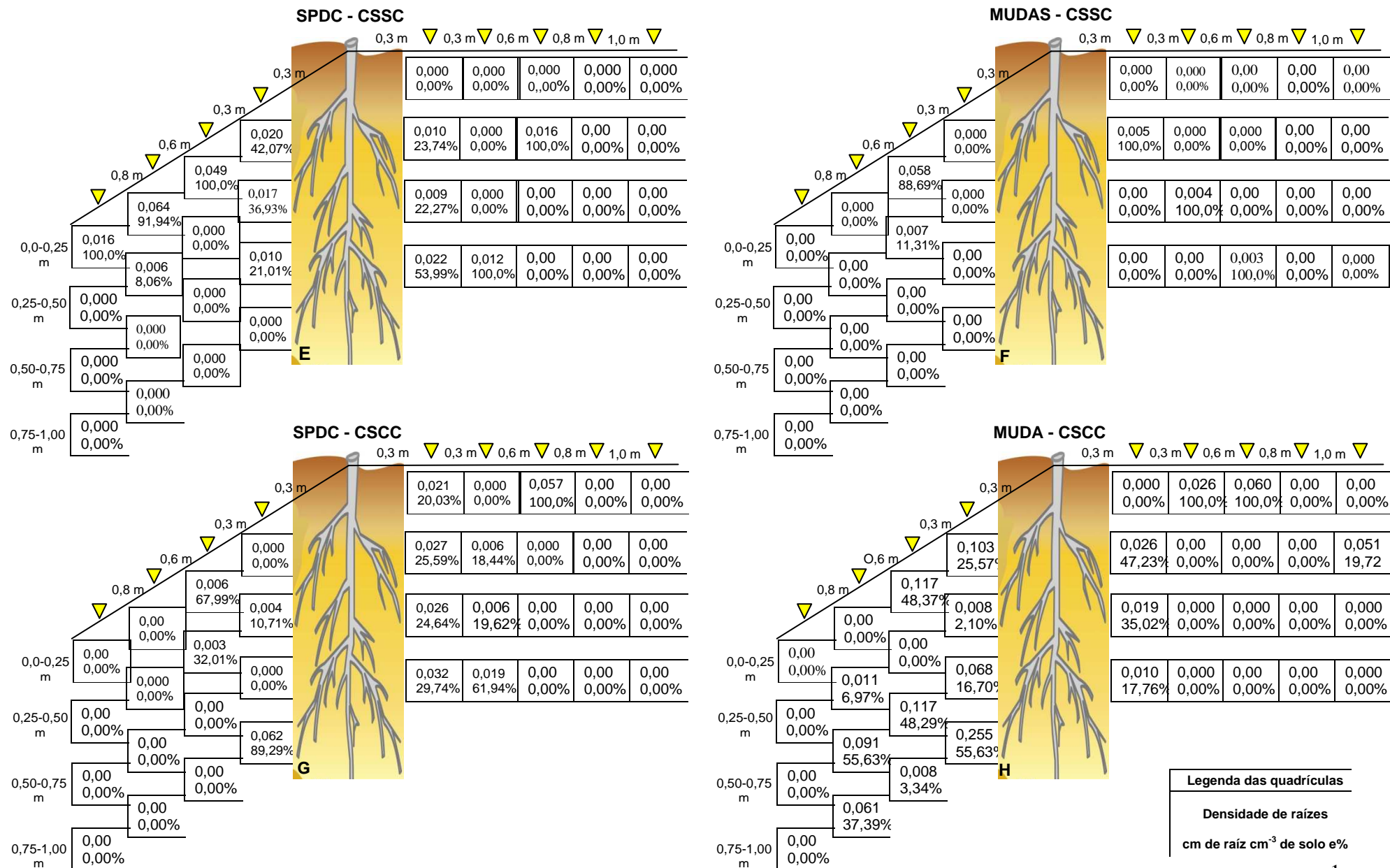


Figura 13 - Crescimento vertical e horizontal das raízes (cm de raiz cm⁻³ de solo) das combinações tangerineira-tangelo 'Page' / limoeiro 'Cravo', nas linhas e entrelinhas de diferentes sistemas de plantio (semeadura direta no local definitivo – SPDC e plantio mediante mudas convencionais produzidas em viveiro telado – MUDA), relacionado com o tratamento de preparo do solo (com subsolagem - CS) e correção da acidez (com calcário - CC e sem calcário - SC). Fazenda poço das Pedras, Rio Real – BA, outubro de 2008 . Média das amostras retiradas de duas plantas do tratamento.

4. CONCLUSÕES

Crescimento da parte aérea das plantas

- Não houve efeito significativo do preparo do solo nem da correção da acidez no crescimento das plantas (altura e diâmetros da copa e do caule). As diferenças observadas deveram--se exclusivamente ao sistema de plantio, mais favorável à sementeira do porta-enxerto no local definitivo – o que confirma uma das hipóteses formuladas, segundo a qual esse sistema de plantio resultaria em plantas mais precoces quanto ao início da produção de frutos, e vigorosas.

Crescimento radicular (densidade de raízes)

- Não houve efeito significativo do preparo do solo nem da correção da acidez na densidade total de raízes, nos dois sistemas de plantio;
- em números absolutos, a densidade de raízes foi maior nas parcelas onde foi feita a sementeira do porta enxerto no local definitivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se ficar definitivamente comprovado que cultivares de citros com porta-enxerto plantado no local definitivo e enxertado *in loco* proporcionam sistemas agrícolas mais produtivos do que o plantio de mudas – nesse sentido, novas pesquisas envolvendo diversas combinações copa/porta-enxerto estão sendo executadas na Fazenda Lagoa do Coco -, isto resultará em importantes benefícios fitotécnicos e econômicos para a citricultura, especialmente nas condições geoambientais dos Tabuleiros Costeiros, responsável por cerca de 85% da produção de frutas cítricas no Estado da Bahia. Eis alguns exemplos desses benefícios, que embasam tal assertiva:

- ✓ Melhor aproveitamento da água, ar e nutrientes do solo, devido à maior densidade de raízes, ou seja, maior superfície de absorção;
- ✓ maior tolerância das plantas ao período de estiagem, devido ao maior aprofundamento das raízes no solo;
- ✓ maior vigor, precocidade quanto ao início da produção de frutos e, possivelmente, longevidade das plantas, devido à melhor e mais rápida adaptação às condições ambientais;
- ✓ não contribui para a introdução de pragas e doenças na propriedade por meio de mudas contaminadas – a planta é formada no local definitivo, com materiais propagativos (sementes e borbulhas) limpos;
- ✓ tudo indica que esse sistema de plantio dispensa a subsolagem, o que significa menor custo de produção e, conseqüentemente, maior benefício para o citricultor, especialmente para o pequeno produtor;
- ✓ trata-se de um sistema de produção agrícola mais compatível com as condições econômicas do pequeno citricultor. O quadro abaixo compara custos de produção de um hectare de citros utilizando-se a semeadura do porta- enxerto no local definitivo e o plantio de mudas (dados fornecidos pelo Engenheiro Agrônomo Roberto Toyohiro Shibata, proprietário da Fazenda Lagoa do Coco, parceiro de pesquisa e pioneiro exitoso na adoção dessa tecnologia):

Descrição	Unidade	Quantidade	Unidade R\$	Total R\$
Plantio convencional (mudas)				
Mudas	Un.	417	2,50	1.042,50
Abertura de covas	H/D	3	17,00	51,00
Plantio	H/D	2	17,00	34,00
Transporte mudas	H/tr	1	30,00	30,00
Total				1.157,50
Semeadura do porta-enxerto no local definitivo				
Sementes	kg	0,6	15,00	9,00
Abertura de covas	H/D	1,1	17,00	17,70
Semeadura	H/D	1,4	17,00	23,80
Enxertia	H/D	0,5	50,00	25,00
Repasse enxertia	H/D	0,2	50,00	10,00
Total				85,50

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR - VILDOSO, C. I.; POMPEU JUNIOR, J. Inoculação de *Phytophthora parasitica* em caules de variedades cítricas, pelo método do palito. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.22, n. suplemento, p.240, 1997. (Resumos do Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30, resumo 47).
- ALVARENGA, C. R.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.319-326, 1996.
- ALVAREZ, V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, R. B. Gesso agrícola. [S.I.]: Hipertexto. 1999.
- ARSHAD, M. A.; Lowery, B.; Grossman, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W.; Jones, A.J. (ed.). *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141 (SSSA Special publication 49).
- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Soil Cone Penetrometer. In: **Agricultural Engineers Yearbook; Standard S313-1**. St. Joseph: ASAE, 1983. p.269- 297.
- BALASTREIRE, L. A; **Máquinas agrícolas**. Editora Manole, São Paulo, 1990.
- BORGES, E. N.; NOVAES, R. F.; REGAZZI, A. J.; FERNANDES, B.; BARROS, N. F. “Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solo”. **Revista Ceres**. Número 35 – p. 553-568 – 1988.
- CAMARGO, O. A. Efeitos da compactação em características do solo. In: **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Piracicaba, 1997. 132p.

CARVALHO, et al. Manejo de cobertura vegetal en El control integrado de malesas em citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE COBERTURA DE LEGUMINOSAS EM CULTIVOS PERMANENTES, 1998, Santa Barbara Del Zulia, Venezuela. Compendio...Santa Bárbara Del Zulia, Venezuela: Facultad de Agronomia de la Universidad Del Zulia, 1998. p. 108-130.

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

CARVALHO, J. E. B. S.; LUCIANO, S.; CALDAS, R.; ANTAS, P. E. U. T.; ARAÚJO, A. M. A. L.; 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'. R. Bras. Frutic., 24:82-85, 2002.

CARVALHO, M. T. de; BORDIGNON, R.; BALLVÉ, R. M. L.; PINTO-MAGLIO, C. A. F.; MEDINA FILHO, H. P. Aspectos biológicos do reduzido número de sementes da tangerina 'Sunki'. *Bragantia*, Campinas, SP, v.56, n.1, p.69-77, 1997.

CASTLE, W. S. et al. Rootstocks for Florida citrus: rootstock selection the first step to successes. Gainesville: University of Florida, **1989**.

CASTLE, W. S.; TUCKER, D. P. H.; KREZDORN, A. H.; YOUTSEY, C. O. Rootstocks for Florida Citrus; **rootstock selection $\frac{3}{4}$ the first step to success. 2.ed. Gainesville, University of Florida, 1993, 92p. 28cm. ISBN 0-916287-07-6.**

CINTRA, L. D.; LIBARDI, P. L.; JORGE, L. A. de C. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos de citros em ecossistemas de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.212, n.3, p.313-317, 1999.

- COELHO, Y. DA S. **Tangerina para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 42 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 24).
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA). Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. Salvador: CEPLAC / EMATERBA / EMBRAPA/ EPABA / NITROFERTIL, 1989. 173p.
- CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal**. Tradução de Gabriela Vera Maria Caruso Catena. 2. ed. São Paulo: Rocca, 1986. 304 p.
- DIAS JUNIOR, M. S., ESTANISLAU, W. T., Grau de compactação e retenção de água de latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 45-51, 1999.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (eds) Defining soil quality for sustainable environment. p.3-21. SSSA Spec. Publ. No. 35. Madison, WI: ASA, CCSA e SSSA, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. rio de janeiro, Ministério da Agricultura de Abastecimento, 1997. 221p.
- FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 615-619, 2003.
- FIGUEIREDO, J. O. de; POMPEU JUNIOR, J.; PIO, R. M.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; DOMINGUES, E. T.; LARANJEIRA, F. F. Produção inicial do tangor 'Murcote', sobre dezesseis porta-enxertos em São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, SP, v.18, n.1, p.165-173, 1997.

- FIGUEIREDO, J. O. de; POMPEU JUNIOR, J.; RODRIGUEZ, O.; CAETANO, A. A.; ROCHA, T. R.; IGUE, T. Competição de dez porta-enxertos para laranjeira $\frac{3}{4}$ barão *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: SBF, 1981. v.2, p.
- GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P. da; SOUZA, L. da S.; RIBEIRO, L. P. Similaridades entre o caráter coeso dos solos e o comportamento "hardsetting": estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n.1, p.239-247, 2001.
- GRANT, C. A.; LANFORD, G. P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 73, n. 2, p. 223-232, May 1993.
- GROHMANN, F. Compacidade. In: MONIZ, A. C. . **Elementos de pedologia**. São Paulo: Editora Polígono S.A, 1972. 459p.
- GROHMANN, F. & QUEIROZ NETO, J. P. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração de raízes de arroz. *Bragantina*, 25:421-431, 1966.
- HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, cap. 4, p. 431-591.
- IMHOFF, S.; SILVA, A. P. da; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasileira, v. 35, p. 1493-1500, 2000.
- IYENGAR, B. R. V.; SHIVANANDA, T. N. Root activity pattern in sweet orange (*Citrus sinensis*) during different seasons. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. v.60, n.9, p.605-608, 1990.

- JONES, W. W., and EMBLETON, T. W. Soils, soil management, and cover crops. Ch. 4, pp.98-120 in Reuther, W. (ed.). The Citrus Industry, Vol. 3. University of California Division of Agricultural Sciences, Berkeley, 1973.
- KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SHUMAN, G. E. **Soil quality: a concept, definition, and framework for avaluation**. Soil Sci. Soc. Am. J. 61:4-10, 1997.
- LANÇAS, K. P., Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiros e número de hastes, 1998. Tese de Doutorado em Agronomia – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: **Evaluation for sustainable land management in the developing world**. p.175-203. Int. Board for Soil Research and Management, Bangkok, Thailand. 1991.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. - **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS. 1989. 153p.
- MANTOVANI, E. C. Compactação do solo, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 13 (147): 52-5. 1987.
- MEDRADO, A. C. de M. **Cultivo de sementes versus cultivo *in vitro* de embriões de citros *Citrus spp.***: implicações na sobrevivência de híbridos. 1998. 46f. Tese (Mestrado) ¼ Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1998.
- MERNES, F. J. V.; SOUZA, C. M de.; CARDOSO, A. A.; ROCHA, V. S.; GALVÃO, J. C. C.; PIRES, F. R. Influência de diferentes métodos de preparo de solo na sua resistência à penetração. **Revista Ceres**, v.50, n.228, p.143-153, 2003

- MOREIRA, C. S., MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.1-18.
- MOREIRA, C. dos S. **Frequência de híbridos de citros *Citrus spp.* em relação ao grau de poliembrionia**. 1996. 78f. Tese (Mestrado) $\frac{3}{4}$ Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1996.
- OLIVEIRA, F. C. H.; VIEIRA, D. B.; SOUZA, I. F.; OLIVEIRA, L. F. C.; SOUSA, I. S. Estudo do sistema radicular da tangerineira 'Cleopatra' com copa de laranja 'Pêra'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 19, n. 1, p. 117-131, 1998.
- OLIVEIRA, J. B.. Solos para citros. In: RODRIGUEZ, O., VIÉGAS, F., POMPEU JR., J. & AMARO, A. A., eds. **Citricultura Brasileira**. Campinas, Fundação Cargill, v.1, p. 196-227. 1991.
- PACE, C. A. M.; ARAUJO, C. M. Estudo da distribuição do sistema radicular de porta-enxertos cítricos em solos podzólicos e sua relação com a formação das copas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF.: EMBRAPA – DDT/CNPq, 1986. p. 199 – 205.
- PEDROTTI, A.; VAHL, L. C.; PAULETTO, E. A. Absorção de nutrientes em diferentes níveis de compactação de um Planossolo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1994. p. 302-304.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005, p. 61-104
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.C.P. **Citricultura Brasileira**. Fundação Cargill, 1980. v.1, cap. 11., p.279-296.

- REZENDE, J. O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI/SPA, 2000. (Série Estudos Agrícolas, 1).
- REZENDE, J. O.; et al. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análise e sugestões**. Salvador: SEAGRI/SPA, 2002. (Série Estudos Agrícolas, 3).
- RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Número de amostras para avaliação da resistência do solo à penetração em solo cultivado com cultura perene. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, **Resumos expandidos**. Ribeirão Preto: SBCS, 2003.
- SALIBE, A. A. Importância do porta-enxerto na citricultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE CITRICULTURA, 5., 1978, Rio de Janeiro, RJ: PESAGRO/SBF, 1978. 14p.
- SILVEIRA, P. M. da. Influência do preparo do solo e da rotação de culturas no feijoeiro. Goainia: Embrapa-CNPAP, 2002. 18p. (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 3**).
- SOUZA, L. D.; RIBEIRO, L. S.; SOUZA, L. S.; LEDO, C. A. S. & CUNHA SOBRINHO, A. P. Distribuição das raízes dos citros em função da profundidade da cova de plantio em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. R. Bras. Frutic., 28:87-91, 2006.
- SOUZA, L. da S. Uso e Manejo dos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996. Cruz das Almas, BA: Anais... Aracaju-SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.
- SOUZA, L. da S. Aspecto sobre uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. B. Inf. Da SBCS, Campinas, v. 22 , n.1, p.34-39, 1997.

- TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Resposta da soja à aplicação de gesso agrícola informações técnicas. O Agrônomo, Campinas, v. 54, n. 2, p. 27-28, 2002.
- TINKER, P. B. Root distribution and nutrient uptake. In.: RUSSEL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. **The soil/root system en relation to Brazilian Agriculture.** Londrina: IAPAR, 1981. p. 115-136.
- TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.20, n.2, p.333-39, 1996.
- ZHANG, M. ALVA, A. K.; LI, Y. C.; CALVERT, D. V. Root distribution of grapefruit trees under dry granular broadcast vs. fertigation method. Plant and Soil, Dordrecht, v. 183, n. 1, p.79-84. 1996.