



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

**SUBSOLAGEM EM UM LATOSSOLO AMARELO**  
**COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO**  
**DESENVOLVIMENTO DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE**  
**(Etapa II)**

**FLÁVIA JANAÍNA CARVALHO BRANDÃO**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**  
**MARÇO- 2005**

**SUBSOLAGEM EM UM LATOSSOLO AMARELO  
COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO  
DESENVOLVIMENTO DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE  
(Etapa II)**

**FLÁVIA JANAÍNA CARVALHO BRANDÃO**

Engenheira Agrônoma

Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2002.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Uso, Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Solo e Água.

**Orientador: Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2005

## FICHA CATALOGRÁFICA

F363 Brandão, Flávia Janaína Carvalho.

Subsolagem em um LATOSSOLO AMARELO coeso de Tabuleiro Costeiro e conseqüências no comportamento do cultivar Tangor Murcote (etapa II).

69f. il., tab., fig.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Agronomia. Universidade Federal da Bahia, 2005.

1. Tangor Murcote- manejo de solo 2. Solo - compactação 3. Solo - manejo. I. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia. II. Título.

CDD 20. ed. 633.51

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Joelito de Oliveira Rezende  
Escola de Agronomia - UFBA  
(Orientador)

---

Dr. Manoel Teixeira de Castro Neto  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

---

Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto  
Escola de Agronomia - UFBA

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias da UFBA em.....

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

### **Parábola**

*“ Saiu o semeador a semear sua semente. Ao semear, parte da semente caiu à beira do caminho; foi pisada e os pássaros a comeram. Outra parte caiu no solo pedregoso, pouco profundo, e tendo nascido, secou por falta de umidade e por falta de raízes. Outra parte caiu entre os espinhos; cresceram com ela os espinhos e sufocaram-na. Outra parte, porém, caiu em terra boa; tendo crescido, produziu muitos frutos...”.*

*(Jesus Cristo, Lucas, cap. 8 – vs. 4 a 8).*

### **Dedico**

*A Deus, por estar presente na natureza, na vida, nos indivíduos e muito mais  
naquele que cré...*

*À minha verdadeira mãe (Dilma) e aos meus irmãos (Verônica e Jônatas) pelo  
amor e incentivo constante.*

*À minha filha Amanda, por me trazer o significado do amor e da minha existência.*

*À família Rezende pelo apoio e carinho nesta caminhada.*

## AGRADECIMENTOS

Sempre a Deus, com amor, fé e a certeza de que Ele é sempre o melhor caminho.

À família *Lagoa do Coco* (extensão da minha família) - nas pessoas do Dr. Roberto Shibata, D. Luiza, Sr. Rokuro, Denil e Lu -, pela sempre carinhosa acolhida à pesquisa e a todos que chegam a sua belíssima fazenda; e também aos funcionários que compartilharam comigo as tarefas de campo (foram muitos), sempre com muita presteza e dedicação.

À minha mãe Dilma - uma grande mulher, lutadora e vencedora -, pela sua dedicação e incentivo ao maior tesouro que um filho pode herdar, a educação.

À minha filha, Amanda - meu exercício constante de atenção -, por me mostrar o verdadeiro amor.

Ao pai, amigo, e orientador, professor Joelito de Oliveira Rezende (*teacher*), com o qual aprendi grandes lições de vida e profissionalismo, não medindo esforços em ajudar, mesmo quando tudo parecia impossível, além do grande amor, carinho e atenção dispensados a sua neta Amanda, mesmo quando o cansaço não deixava...

À minha outra mãe, amiga, professora, Edleuza Ribeiro Peixoto Rezende, que, além dos talentos artísticos, faz da família sua maior criação, cuidando de todos sempre com zelo e dedicação.

À minha mana Verônica, pela confiança e incentivo para seguir em frente; assim como a meu irmão Jônatas, pela amizade e carinho.

À minha tia Verônica, pelas orações de fé e perseverança; aos primos Carla e André e ao tio João, pela confiança e carinho.

Ao amigo professor José Fernandes de Melo Filho (grande Zé), que me iniciou na pós-graduação, pela sinceridade de suas palavras nos momentos em que precisava me empenhar mais e crescer.

Ao amigo e co-orientador João Albany da Costa, um dos melhores estatísticos da atualidade em ciências agrárias, pela sua simplicidade, dedicação e competência em tudo que abraça.

À amiga e co-orientadora, pesquisadora Antônia Fonseca de Jesus Magalhães, pela orientação, dedicação e esclarecimentos na execução desta pesquisa.

À minha sempre mana Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto (Gabi), pela doação espontânea de uma grande e verdadeira amiga, assim como a Luciano Pinto, pelo grande espírito de lealdade e respeito; inclui-se, aqui, a minha eterna sobrinha, Júlia Maria, o elo mais sublime do amor de uma grande família que está apenas começando...

A Vicente José Ribeiro Peixoto Rezende, ontem “filho”, hoje “pai”, pela amizade sincera e compreensão nos momentos difíceis.

Aos meus outros irmãos, Alessandro, Zeila (e sobrinho lanzinho), Junior e Lis, pelo convívio de uma grande família.

Ao jovem futuro-grande-pesquisador Alexsandro dos Santos Brito, por quem tenho grande apreço e amizade, pela parceria e apoio na execução deste trabalho.

À estudante de graduação, Valéria Peixoto Borges, pela amizade e apoio na realização dos trabalhos de campo.

Ao grande amigo Jairo Costa Fernandes, futuro professor e pesquisador, pela ajuda nos trabalhos de campo, discussões e sugestões durante a execução desta pesquisa.

À minha eterna comadre, Mayara de Souza Nunes, grande amiga, pelos vinhos e “papos” para descontrair, quando o desânimo chegava...

A Roberto de Almeida Filho, mesmo participando virtualmente, contribuiu com mensagens positivas de confiança e carinho.

Ao grande amigo André Leonardo - por quem tenho grande admiração -, pelas discussões e contribuições, não apenas em relação à pesquisa, como também em assuntos relacionados com a vida, e à Patrícia Neves, sua companheira, pela amizade conquistada e apoio nos momentos difíceis.

Aos Colegas do mestrado, Genilda, Adriana, Moema, Rejane, Edmilson, Maurício, Murilo, Ximena, Saulo e Rosely.

Aos professores do DQAS, Washington, José Carlos, Anacleto, Fadigas e Torquato, pelos e-mails sempre com mensagens positivas.

À Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia que, por intermédio do povo brasileiro, que ainda possibilita o acesso de jovens ao ensino público gratuito.

Ao Mestrado em Ciências agrárias da Escola de Agronomia; ao seu atual coordenador, Carlos Alfredo Lopes de Carvalho, e aos seus dedicados funcionários Cidinha e Til.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela tão valiosa e oportuna bolsa de estudo.

Aos bibliotecários da Escola de Agronomia, Isaelce e Ednaide, pela elaboração da “Ficha Catalográfica”, e aos seus colaboradores nesse setor, Raimundo, Jeová e Edinho, pelo apoio e carinho.



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO GERAL</b>	
Abstract	
Introdução.....	1
Referências bibliográficas.....	5
<b>CAPÍTULO 1</b>	
SUBSOLAGEM EM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE.....	9
Resumo.....	10
Summary.....	11
Introdução.....	12
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão.....	26
Conclusão.....	34
Referências bibliográficas.....	34
<b>CAPÍTULO 2</b>	
SUBSOLAGEM EM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, QUEDA E PESO MÉDIO DOS FRUTOS DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE.....	39
Resumo.....	40
Summary.....	42
Introdução.....	44
Material e métodos.....	47
Resultados e discussão.....	50
Conclusão.....	63
Referências bibliográficas.....	65
Considerações finais .....	68
Anexos.....	69

## **SUBSOLAGEM EM UM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE (ETAPA II).**

**Autor:** Flávia Janaina Carvalho Brandão

**Orientador:** Joelito de Oliveira Rezende

**RESUMO:** O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas e o Estado de São Paulo o maior produtor nacional, seguido dos Estados de Sergipe e Bahia. Na Bahia, cerca de 90% da área cultivada com citros encontra-se na faixa litorânea, reduto de solos de tabuleiros (áreas de topografia plana a suave ondulada). As limitações de natureza física (elevada resistência à penetração, deficiência de aeração e de disponibilidade de água) e química (acidez elevada e baixa disponibilidade de nutrientes) comuns nos principais solos (Latosolos Amarelos e Argissolos Amarelos) do ecossistema Tabuleiros Costeiros prejudicam a produção agrícola, tornando-se necessário a busca de técnicas de manejo que possibilitem a sustentabilidade da agricultura nesse ecossistema. Neste trabalho, **objetivou-se** avaliar o efeito de diversas formas de subsolagem em um LATOSSOLO AMARELO Coeso de Tabuleiro Costeiro e as conseqüências no desenvolvimento do cultivar Tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck). Especificamente, procurou-se avaliar a resistência do solo ao penetrômetro quando submetido a distúrbios crescentes provocados, há seis anos, pelas hastes subsoladoras, e as conseqüências no crescimento das plantas (raízes e parte aérea), na produtividade, na queda de frutos e no peso médio dos frutos. Análises químicas do solo e das folhas foram realizadas para se avaliar o estado nutricional das plantas. O experimento foi instalado na Fazenda Lagoa do Coco, localizada no município de Rio Real, Litoral Norte do Estado da Bahia, faixa dos Tabuleiros Costeiros, a 182 m de altitude e coordenadas geográficas 11°34'25" de latitude Sul e 37°52'58" de longitude Oeste de Greenwich. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos, em seis repetições: T1- aração + gradagem (convencional); T2 - subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; T3 - subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; T4 - subsolagem com

três hastes nas linhas de plantio e T5 - subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio. Concluiu-se que os distúrbios causados pela subsolagem na camada densa do solo, melhorando sua estrutura - e, por conseqüência, a circulação do ar, água e nutrientes no perfil do solo -, favorece o desenvolvimento das plantas e, possivelmente, a longevidade dos pomares (que só poderá ser avaliada com um tempo maior de pesquisa). Até o momento, em números absolutos, os melhores tratamentos de preparo do solo foram o 4 e o 5. Em relação ao tratamento 1 (sem subsolagem), tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram  **aumentos** no crescimento das plantas, na produtividade e no peso médio dos frutos - e  **diminuição** na queda de frutos-, na seguinte ordem de grandeza:  **Crescimento das plantas:** *altura:* T1=100%, T2=102%, T3=106%, T4=111%, T5=107%; *diâmetro da copa:* T1=100%, T2=103%, T3=104%, T4=117%, T5=109%; *diâmetro do caule:* T1=100%, T2=101%, T3=103%, T4=107%, T5=108%.  **Produtividade e queda de frutos** (safra 2001/2002): *número total de frutos/ha:* T1=100%, T2=132%, T3=133%, T4=163%, T5=146%; *número de frutos no pé/ha:* T1=100%, T2=145%, T3=159%, T4=198%, T5=178%; *número de frutos caídos/ha:* T1=25%, T2=18%, T3= 10%, T4=9%, T5=8% (a perda de frutos no tratamento 1 foi aproximadamente o triplo da observada nos tratamentos 4 e 5, mostrando que a subsolagem possibilita maior tempo de retenção dos frutos na planta).  **Produtividade** (safra 2004/2005): *número total de frutos/ha:* T1=100%, T2=150%, T3=233%, T4=266%, T5=344%; *peso total de frutos/ha:* T1=100%, T2=170%, T3=264%, T4=317%, T5=407%.  **Peso médio dos frutos** (safra 2001/2002): T1=100%, T2=107%, T3=110%, T4=112%, T5=120%. O crescimento do sistema radicular das plantas em função do preparo do solo é mostrado no texto por meio de fotos. O estado nutricional das plantas não interferiu de forma unidirecional nos resultados obtidos.

**Palavras-Chave:** Citros, solo Coeso (denso), Tabuleiro Costeiro.

## SUBSOILING OF A TABLELAND COMPACT YELLOW LATOSSOL AND THE CONSEQUENCES ON THE DEVELOPMENT OF TANGOR MURCOTE CULTIVAR (FASE II)

**AUTHOR:** Flávia Janaína Carvalho Brandão

**ADVISOR:** Joelito de Oliveira Rezende

**ABSTRACT:** Brazil is the biggest world citrus producer and the states of São Paulo the biggest national producer followed up by the States of Sergipe and Bahia. In Bahia, about 90% of the citrus cultivated area are located on the littoral band where compact Tableland soils predominates (area of smooth topography from flat to slightly). The limitation of physical (elevated resistance to penetration, deficiency of aeration and Water availability), and chemical nature (elevated acidity and low availability of nutrients) common in the main soils (Yellow Latossol and Yellow Argissol) of the Sea Coast Tableland ecosystems hamper agricultural production, being necessary the search of techniques and management that render sustainability to agriculture in the ecosystem. The goal of this work was to evaluate the effect of several ways of subsoiling in a compact Yellow Latossol of the Coastal Tableland and the consequences in the development of a Tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco X *Citrus sinenses* Osbeck) cultivar. Specifically, there was the intention of evaluating the soil resistance to the penetrometer under growing disturbance caused by subsoiling six year before. Also, the consequences on plant growth (roots and shoots), productivity, fruit drop, and fruit average weight was investigated. Chemical soil and leaves analysis were done to evaluate plant nutritional status. The experiment was installed at the Fazenda Lagoa do Coco, located in the city of Rio Real, North Littoral of the State of Bahia, in the area of Coastal Tableland, at 182 above sea level and 11°34'25" S, and 37°52'58" W. The experimental design was Complete Randomized Blocks, with five treatments and six repetitions: T1- plowing and harrowing (conventional); T2- One line subsoiling on the planting line; T3- One line subsoiling crossed on the planting hole; T4- Three line subsoiling crossed on the planting hole. T5- Three line subsoiling crossed on the planting hole. It Was concluded that the caused disturb by subsoiling the compact layer improve soil structure, increasing the circulation of air, water, and nutrients. This favor plant development and possibly

plant longevity (What can be only know whit greater research time). The best treatments, in absolute numbers, were treatment 4 and 5, in relation treatment 1 (no subsoiling), the othrs treatments increased plant growth, yield, and fruit average weight and decreased fruit drop. For the variables studied the results were in the following order: Plant height: T1= 100%, T2= 102%, T3=106%, T4=111%, T5=107%; Canopy diameter: T1=100%, T2=103%, T3=104%, T4=117%, T5=109%; stem diameter: T1=100%, T2=101%, T3=103%, T4=107%, T5=108%; Fruit/ha (Season 2001/2002): T1=100%, T2=132%, T3=133%, T4=163%, T5=146%; Fruit/plant/ha: T1=100%, T2=145%, T3=159%, T4=198%, T5=178%; Fruit abscission/ha: T1=25%, T2=18%, T3=10%, T4=9%, T5=8% (fruit drop in treatment 1 was approximately three times that of treatment 4 and 5, suggesting that subsoiling improve fruit duration on the tree). Fruits/ha (Season 2004/2005) T1=100%, T2=150%, T3=233%, T4=266%, T5=344%; Fruit weight/ha: (Season 2001/2002): T1=100%, T2=170%, T3=264%, T4=317%, T5=407%. Fruit average weight/ha (Season 2001/2002): T1=100%, T2=107%, T3=110%, T4=112%, T5=120%. The growth of plant root system in relation to soil preparation is shown in the text by photos. The nutritional status of the plants did not interfered in the results.

**Key Words:** Tableland Coastal, cohesive soil, Citrus.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Citrus*, originário da Ásia, atualmente é encontrado em várias regiões do mundo como uma importante cultura. Suas plantas são verdes durante o ano todo, apresentando período de repouso induzido por fatores climáticos, como, por exemplo, baixas temperaturas. Sua vida útil varia de 20 a 30 anos, embora possam viver por mais de um século (MALAVOLTA e VIOLANTE NETTO, 1989). Em São Paulo, Brasil, em condições de clima e solos favoráveis, existem pomares comerciais com mais de 40 anos de idade e plantas isoladas, enxertadas, com mais de 70 anos de idade, em plena floração e boas condições fitossanitárias (TUBELIS, 1995). Já no Nordeste brasileiro, particularmente na faixa dos Tabuleiros Costeiros, a vida útil dos citros oscila geralmente em torno de 12 anos, devido, entre outras causas, às limitações impostas pelos solos coesos (REZENDE et al., 2002).

No Brasil, os solos de tabuleiro abrangem uma área de 200 000 km<sup>2</sup>, ou seja, 20 milhões de hectares, estendendo-se desde o Amapá até o Rio de Janeiro. Na Região Nordeste, abrangem uma área de dez milhões de hectares, correspondendo a 16% da área total dos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (JACOMINE, 1996). Devido à topografia plana a suave-ondulada, propícia à mecanização agrícola, e a proximidade de mercados consumidores, tais solos são largamente utilizados para a produção de alimentos, sendo cultivados com cana-de-açúcar, citros, manga, mamão, banana, coco, maracujá, feijão, milho, amendoim, eucalipto, café, mandioca, inhame, batata-doce, entre outras (IBGE, 2001). Entretanto, de uma maneira geral, essas culturas apresentam baixo vigor vegetativo, baixa longevidade e baixa produtividade, em comparação com as mesmas espécies cultivadas em outros ecossistemas, devido a uma relação solo-planta fortemente influenciada pela baixa disponibilidade de nutrientes, acidez elevada e, principalmente, pela estrutura peculiar dos horizontes coesos, que prejudica as relações entre drenagem, disponibilidade de água, aeração, temperatura, absorção de nutrientes e penetração radicular (REZENDE, 1997; REZENDE, 2000).

Jacomine (2001) descreve os horizontes coesos (correspondem geralmente aos horizontes AB e BA) como sendo de origem pedogenética, adensados, muito duros ou extremamente duros quando seco e friáveis quando úmidos, com 30 a 60 cm de espessura, podendo atingir 100 cm ou pouco mais, sobretudo nos solos com horizonte B textural. A origem desses horizontes ainda causa polêmica, podendo estar associada a vários processos simultâneos, como por exemplo: agrupamentos de argila face-a-face; perda do plasma argiloso da camada superficial para as camadas subjacentes (argiluviação); presença de sílica secundária, ferro e argila dispersos nos microporos; adensamento resultante da alteração da estrutura pela alternância nos processos de umedecimento e secagem, presença de compostos orgânicos pouco polimerizados, entre outros (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1984; AGUIAR NETO et al., 1988; CINTRA et al., 1997; RIBEIRO, 1998).

Grohmann (1972) utiliza o termo *compacidade* para definir o arranjo cerrado das partículas do solo. Considera como *adensamento* a compacidade provocada por processos naturais ou pedogenéticos (argiluviação, cimentação com sílica etc.) e como *compactação* a compacidade decorrente da compressão provocada por forças mecânicas externas (trânsito de máquinas e implementos agrícolas, animais, etc.). Segundo Soane e Owerkerk (1994), citados por Mello Prado et al. (2002), a *compacidade* aumenta a densidade do solo, diminui a porosidade, a continuidade de poros, a permeabilidade e a disponibilidade de nutrientes e de água. Conseqüentemente, prejudica o crescimento e o desenvolvimento radicular das plantas, aumenta as perdas de N por desnitrificação, o consumo de combustível das máquinas no preparo dos solos compactados e favorece a erosão do solo devido à menor infiltração de água. Por diminuir a macroporosidade, a água fica retida nos microporos sob alta tensão (baixo potencial matricial), tornando-se indisponível para as plantas.

O uso intensivo de máquinas agrícolas pode provocar o surgimento de camada compactada nos primeiros 15 -25 cm de profundidade do solo, o que pode ser suficiente para interferir no desenvolvimento radicular, por apresentarem maior resistência à penetração, chegando a valores de densidade acima de 1,40 kgdm<sup>-3</sup>. Quanto ao adensamento, de origem pedogenética, Oliveira (1991), explica que aparece em horizontes mais profundos, principalmente em solos com

diferença textural abrupta, a exemplo dos solos Podzólico (Argissolo) Vermelho-Amarelo abrupto, Planossolo, Podzol (Espodossolo), entre outros.

Os sistemas de preparo e manejo do solo devem oferecer condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas. Quando bem planejados, propiciam condições de semeadura, controlam plantas invasoras, pragas e doenças e melhoram atributos físicos do solo, principalmente infiltração de água, aeração e redução da resistência mecânica à penetração (PEDROTTI et al., 2001). Por outro lado, dependendo do solo, do clima, da cultura e de seu manejo, eles podem promover a degradação do solo, com restrições ao sistema radicular (TORMENA et al., 2002). Rezende (2000), por exemplo, referindo-se a solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros, comenta que o preparo convencional, realizado com arados de aiveca, de discos ou com grade pesada, que revolvem o solo de forma intensa, transporta para a camada superficial material da camada coesa subjacente, geralmente mais argilosa, mais ácida, pobre em nutrientes, com baixa CTC, pouca agregação e rica em argila dispersa em água.

A melhoria da estrutura de solos adensados pode ser feita também por meio de práticas biológicas. Carvalho (2000), procurando identificar plantas com sistemas radiculares agressivos, isto é, com alto *poder relativo de penetração de raízes* (relação percentual entre a massa das raízes que conseguem trespassar camadas densas do solo e a massa total de raízes - avaliou o desenvolvimento de leguminosas – crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), crotalária vistosa (*Crotalaria spectabilis* L.), feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mills), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy), fedegoso (*Senna occidentalis* L.), calopogônio (*Calopogônio mucunoides* Desv.) – e gramíneas - braquiária umidícola (*Brachiaria umidicola* (Rendle) Schweikerdt) e camerum (*Penisetum purpureum* Schum) - em solos Coesos de Tabuleiros Costeiros e verificou que a crotalária juncea, o calopogônio e o braquiária umidícola, que apresentaram maiores porcentagens de raízes além da camada densa do solo, comportaram-se como verdadeiros “subsoladores biológicos”.

Outra prática que vem sendo utilizada, com sucesso, em solos com problemas de compactação e/ou adensamento é a subsolagem, que consiste no rompimento das camadas densas com espessura maior do que 35 cm. É feita por meio de subsoladores, cujos órgãos ativos são hastes, que rompem o solo mantendo a ordem natural de seus horizontes, isto é, sem inverter a leiva



(diferente, portanto, do que ocorre quando do uso do arado de aiveca, por exemplo). A subsolagem melhora a estrutura das camadas densas, facilitando a aeração, o armazenamento de água, a disponibilidade de nutrientes e a penetração radicular ao longo do perfil do solo, proporcionando, por conseqüência, maiores produtividades do sistema de produção agrícola. Há mais de trinta anos, Oliveira (1967) e Haynes (1970), já recomendavam esta prática, como forma de romper camadas coesas de solos dos Tabuleiros Costeiros.

Segundo Tuper e Pringle (1997), citados por Fernandes (2004), há uma nova legislação federal nos Estados Unidos da América (EUA) exigindo dos produtores rurais a substituição dos métodos inadequados de preparo do solo a fim de se controlar a erosão. Nesse sentido, a prática da subsolagem vem sendo adotada por produtores rurais do Estado do Mississippi, em solos com camadas duras cultivados com algodão. Sampaio (1995), citado por Pereira (2002), comenta sobre contradições existentes na literatura quanto à duração e eficácia dos efeitos da subsolagem. Beltrame et al. (1981), entretanto, comentam que tal prática proporciona resultados imediatos, tais como: aumento da macroporosidade; aumento da taxa de infiltração da água, com diminuição do deflúvio superficial; melhoria da drenagem interna e da aeração do solo e, conseqüentemente, melhoria do desenvolvimento radicular das plantas.

Pelo exposto, entende-se que a avaliação das condições físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de preparo é importante para o monitoramento de sua qualidade e, por conseqüência, da sustentabilidade da agricultura. Assim, **objetivou-se** avaliar o efeito de diversas formas de subsolagem em um LATOSSOLO AMARELO Coeso de Tabuleiro Costeiro e as conseqüências no desenvolvimento do cultivar tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck). Especificamente, procurou-se avaliar a resistência do solo ao penetrômetro quando submetido a distúrbios crescentes provocados, há seis anos, pelas hastes subsoladoras, e as conseqüências no crescimento das plantas (raízes e parte aérea), na produtividade, na queda de frutos e no peso médio dos frutos. Análises químicas do solo e das folhas foram realizadas para se avaliar o estado nutricional das plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETO, A. de O.; NACIF, P.G.S.; REZENDE, J. de O. **Caracterização morfológica e físico-hídrica do solo representativo do Recôncavo baiano. I. Determinação da capacidade de campo “in situ” e suas relações com dados obtidos em laboratório.** Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, 1988. 59p.

BELTRAME, L. F. S.; GONDIM, L. A. P.; TAYLOR, J. C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.5, p.145-149, 1981.

CARVALHO, S.R.L de. Identificação, caracterização e cinética do crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano (Etapa I), 2000. 115 p. **Tese Mestrado em Ciências Agrárias**, Escola de Agronomia, UFBA, Cruz das Almas, 2000.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A. P. da. Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil: uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas dos solos. **Boletim informativo da SBCE**, Campinas, n. 18, p. 81-95, 1997.

FERNANDES, J. C., Comportamento de cultivares de algodoeiro submetidos aos preparos de solo com grade pesada e com escarificador, e avaliação de leguminosas e gramíneas visando a integração lavoura-pecuária no Vale do Iuiu, região Sudoeste da Bahia. 2004. 98p. – **Dissertação Mestrado em Ciências Agrárias**, Escola de Agronomia, UFBA, Cruz das Almas, 2004.

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

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

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. acesso em 23 de jul. 2004.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In.: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1., 1996. Aracaju, **Anais...** Aracaju: EMBRAPA-CPATC/EMBRAPA-CNPMP/AGRUFBA/IGUFBA, 1996. 80 p.

JACOMINE, P.K.T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil – Workshop Coesão em solos dos Tabuleiros Costeiros, In: WORKSHOP SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1., 2001. Aracajú, **Anais...** 2001. p.19-46.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. - **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS. 1989. 153p.

MELLO PRADO, R de.; ROQUE, C.G.; SOUZA, Z.M de. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37,p.1795-1801, 2002.

OLIVEIRA, J. B. de. Solos para citros. In RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, J.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. (Ed.) **Citricultura Brasileira**, 2 ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991. v.1, p.196-227.

OLIVEIRA, L. B. O estudo físico do solo e a aplicação racional de técnicas conservacionistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.2, p.281-285, 1967.

PEREIRA, J. O; SILQUEIRA, J. A. C; URIBE-OPAZO, M. A; SILVA, S de L. Resistência do solo à penetração em função do sistema de cultivo e teor de água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6,p.171-174, 2002.

PEDROTTI, A.; PAULETO, E.A.; CRESTANA, S.; FERREIRA, M.M.; DIAS JUNIOR, M.S.; GOMES, A.S. & TURATTI, A.L.; Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 25, p.521-529, 2001.

REZENDE, J. de O. Compactação e adensamento do solo, metodologia para avaliação e práticas agrícolas recomendadas. Apresentada In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, **Palestra...**1997. 22p. CD ROM.

REZENDE, J. de O. **Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo**. Salvador, BA: **SEAGRI/SPA**, 2000. 117 p. il. (Série Estudos Agrícolas 1).

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

RIBEIRO, L. P. **Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: gênese, evolução e degradação**. Salvador, BA: SEPLANTEC/CADCT, 1998. 98p.

TORMENA, C. A; BARBOZA, M. C; COSTA, A. C. S da; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agrícola**, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

TUBÉLIS, A. Clima: fator que afeta a produção e a qualidade da laranja. **Laranja**, Cordeirópolis, v.16, n.2, p.180-211, 1995.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (MG). **Caracterização de solos e avaliação dos sistemas de manejo dos Tabuleiros Costeiros do Baixo Rio Doce e da região Norte do Espírito Santo e sua interpretação agrícola**. Viçosa, MG, 1984.

## **CAPÍTULO 1**

### **SUBSOLAGEM EM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>) Da composição dos Capítulos 1 e 2, indissociáveis, resultou o artigo científico devidamente ajustado às normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo, enviado para publicação.

## **SUBSOLAGEM EM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE**

**Autor:** Flávia Janaina Carvalho Brandão

**Orientador:** Joelito de Oliveira Rezende

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o crescimento do sistema radicular do cultivar tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck) em um LATOSSOLO AMARELO Coeso de Tabuleiro Costeiro submetido a distúrbios crescentes provocados pela subsolagem. O experimento foi instalado na Fazenda Lagoa do Coco, localizada no município de Rio Real, Litoral Norte do Estado da Bahia, faixa dos Tabuleiros Costeiros, a 182 m de altitude e coordenadas geográficas 11°34'25" de latitude Sul e 37°52'58" de longitude Oeste de Greenwich. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições: T1- aração + gradagem (convencional); T2 - subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; T3 - subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; T4 - subsolagem com três hastes nas linhas de plantio e T5 - subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio. Avaliou-se o crescimento do sistema radicular das plantas relacionado à resistência do solo ao penetrômetro após a subsolagem. Observou-se que, diferentemente do que ocorreu na área não subsolada, os valores de resistência do solo ao penetrômetro nas áreas subsoladas foram menores do que 2,0 MPa, considerado limite crítico ao desenvolvimento radicular da maioria das culturas; quanto maior o distúrbio provocado pela subsolagem, maior o crescimento radial do sistema radicular das plantas - os tratamentos 4 e 5 foram os que mais possibilitaram esse crescimento. Isso demonstra que a prática da subsolagem é uma excelente alternativa para melhorar a estrutura dos horizontes densos dos solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros, e seus efeitos não são efêmeros, como afirmam alguns autores, pois permaneceram inalterados seis anos após o preparo do solo.

**Palavras-Chave:** Resistência do solo à penetração, crescimento radicular, citros.

SUBSOILING ON RESISTENCE OF COHESIVE YELLOW LATOSOL TO PENETROMETER AND CONSEQUENCES ON BEHAVIOR OF TANGOR RCOTT CULTIVAR ROOT SYSTEM

**SUMMARY:** Aiming at evaluating the effects of the subsoiling on resistance of cohesive yellow latossol to penetrometer when submitted to crescent disorders provoked by subsoiling (carried out six years ago) and consequences on growth of root system of the Tangor Murcott cultivar (*Citrus reticulata* Blanco X *Citrus sinensis* Osbeck). The experiment carried out in Lagoa do Coco farm, located in municipality Rio Real north coast board of Bahia State (Costal table land band), at 182m of altitude and geographic bearings 11°34'25" of south latitude and 37°52'58" west longitude of Greenwich. The experimental design was randomized blocks with five treatments, in three replications: T1- plough plus gridding; T2- subsoiling with a rod in the plant lines; T3- crossed subsoiling with one rods, in the plant lines; T4- subsoiling with three rods in the plant lines; T5- crossed subsoiling with three rods, in the plant lines. Observed that, differently that occurred in the subsoiling less are, the values the resistance to penetrometer in the subsoiled areas were less than 2,0 MPa. As bigger the disorder provoked by subsoiling, as bigger is the root growth of plants. That demonstrates that the subsoiling practice is an alternative excellent to improve the structure of the dense horizons of cohesive Coastal Table Land – and their effects are not short-lived as stated by some authors remaining unaffected for six years after soil preparation.

**Key words:** Coastal table land, cohesive soil, resistance to penetration, root growth, citrus.

## 1. INTRODUÇÃO

O ecossistema Tabuleiros Costeiros, localizado na faixa litorânea do Brasil, abrange ambientes úmidos, semi-úmidos e secos. Na zona mais seca, a precipitação média anual chega a ser inferior a 750 mm, com uma evapotranspiração na faixa de 1000 a 1300 mm. Em consequência disso, criam-se condições de déficit hídrico durante todo o ano, prejudicando o crescimento das plantas, principalmente as de ciclo longo, (ARAÚJO FILHO et al., 2001).

As plantas cítricas apresentam o seguinte comportamento em relação às condições edáficas (OLIVEIRA, 1991; MALAVOLTA e VIOLANTE NETTO, 1989): crescem em solos com ampla variação textural, porém são os de textura média (em torno de 20 % de argila) os mais adequados; são sensíveis à acidez do solo, sendo o pH em torno de 6,0 o mais indicado; são exigentes em macronutrientes;  $Ca > N > K > Mg > S > P$  e micronutrientes;  $Fe > Mn > Cu > B > Zn$ ; exigem solos com boa drenagem (raramente encontra-se bons pomares com plantas crescendo satisfatoriamente em menos de 100 cm de solo bem drenado); são plantas de folhas persistentes ao longo do ano, requerendo adequado suprimento de água. Segundo os autores supracitados, as condições físicas do solo associadas ao crescimento e distribuição das raízes e à capacidade de absorção de água parecem ser mais importantes do que a fertilidade natural (referindo-se à acidez do solo e à disponibilidade de nutrientes).

No que tange às condições físicas do solo, a aeração e a resistência à penetração são as principais causas de inibição do crescimento radicular. Segundo Barley (1962) a concentração de oxigênio determina a taxa de crescimento radicular apenas quando é baixa a resistência à penetração – as raízes não se desenvolvem quando submetidas a elevada resistência à penetração, qualquer que seja o nível de oxigênio. De acordo com Rezende et al. (2002), é isso que ocorre no perfil dos solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: a elevada resistência à penetração desses solos é consequência da compactação natural (adensamento) que ocorre na subsuperfície, reduzindo a quantidade e o tamanho dos poros dos horizontes densos. Nessas condições, a baixa aeração induz a proliferação de raízes no horizonte superficial do solo levando as plantas



a utilizarem as reservas de água, ar e nutrientes disponíveis apenas num restrito volume de solo.

Segundo Muller et al., (2001), alterações na estrutura do solo decorrentes da compactação (compactação e ou adensamento) prejudicam o sistema radicular das plantas devido às modificações morfológicas e fisiológicas por que passam durante o processo de adaptação.

Convém mencionar, entretanto, que a presença de camadas compactadas e ou adensadas no solo não significa necessariamente que haverá restrição ao pleno crescimento e desenvolvimento das plantas, pois a profundidade crítica em que ocorrem dependerá da planta em questão. Todavia, quando estão próximas à superfície, sejam elas de qualquer natureza, sugerem a necessidade de sistemas de manejo diferenciados daqueles usualmente utilizados, a fim de se minimizar seus efeitos danosos (REZENDE, 1997).

### **1.1 CARACTERÍSTICAS DOS HORIZONTES COESOS**

As pesquisas mostram que, na grande maioria dos casos, o adensamento dos solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros abrange os horizontes AB e BA, podendo alcançar grande parte do horizonte 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. Isto dificulta a infiltração e circulação da água no solo, gerando um lençol d'água suspenso, sazonal, cujo excedente escoar superficialmente, carreando argilas dispersas dos horizontes superficiais, resultando na formação de manchas discretas relacionadas a um processo de pseudo gley (RIBEIRO, 2001).

No estado seco, os horizontes coesos apresentam uma consistência dura ou extremamente dura e no estado úmido tornam-se friáveis (RIBEIRO, 2001). Essa característica é 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 a menor resistência física à penetração de raízes (ARAÚJO FILHO et al., 2001).

## 1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PREPARO DO SOLO

O preparo do solo é uma prática agrícola muito importante em qualquer sistema de exploração agrícola. Compreende um conjunto de técnicas que, se utilizadas racionalmente, contribuem para o aumento da produtividade, porém, se mal utilizadas, podem levar à degradação dos solos em curto prazo (REZENDE, 1997). Operações de preparo do solo, quando mal planejadas, aumentam a resistência do solo à penetração das raízes, podendo comprometer o crescimento das plantas (MERNES et al., 2003). De uma maneira geral, as baixas produtividades das culturas são atribuídas, em parte, a degradação do solo em decorrência de seu uso e manejo inadequados, preparo insatisfatório e problemas na semeadura (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

Os efeitos de diferentes métodos de preparo nas propriedades físicas do solo têm sido avaliados por diversos pesquisadores (BELTRAME et al., 1981), destacando-se os seguintes: revolvimento do solo somente nas linhas de plantio (plantio direto) e revolvimento total do solo nas áreas destinadas ao plantio (método convencional), por meio da aração + gradagem ou gradagem seguida ou não de escarificação.

Segundo Silveira (2002), a grade pesada (conhecida como grade aradora) normalmente trabalha o solo a pouca profundidade, incorporando os resíduos orgânicos e plantas invasoras superficialmente. A profundidade de penetração deste implemento no solo depende do seu peso, do diâmetro dos discos e do ângulo formado com a linha de tração do trator, além do teor de água atual. O seu uso contínuo, cortando raso o solo, pode promover a formação de camadas compactadas, que dificultam a penetração da água e das raízes das plantas.

Lanças (2002), explica que “[...] o escarificador e o subsolador têm como princípio o rompimento do solo por propagação de trincas, ou seja, o solo não é cortado como na aração e ou gradagem e sim rompido nas suas linhas de fratura ou através das interfícies de seus agregados. Tais equipamentos dispõem de hastes que são cravadas no solo e provocam o seu rompimento para frente, para cima e para os lados. É o chamado rompimento tridimensional do solo em blocos. Isto permite dizer que este tipo de mobilização é menos agressivo do que aqueles

nos quais as lâminas cortam o solo de forma indiscriminada e contínua, destruindo sua estrutura original. É por isso que, na agricultura moderna, os escarificadores vêm substituindo com grade vantagem os arados e grades e, em muitas regiões, estes passaram a fazer parte do passado histórico da agricultura”. Para o autor, as diferenças entre escarificador e subsolador são conceituais e funcionais: o primeiro tem a função básica de preparar o solo e romper camadas compactadas e/ou adensadas a uma profundidade de trabalho de até 35 cm; o segundo, destina-se ao rompimento de camadas compactadas e/ou adensadas a uma profundidade de trabalho superior a 35 cm .

Segundo Primavesi (1984), é muito perceptível a diferença entre um solo afrouxado por um subsolador e um solo revolvido pela aração: no primeiro, após cair à primeira chuva forte, não se verifica quase nenhuma água escorrida nem estrutura destruída, aparentando não ter recebido chuva alguma, uma vez que nem uma tênue crosta se formou na superfície; no solo arado, entretanto, há destruição de sua estrutura, forma-se uma crosta na superfície do solo devido ao impacto da gota de chuva, e, por consequência, ocorrem enxurradas, mesmo em áreas com curvas de nível .

Diversos pesquisadores, a exemplo de Carvalho et al. (1998), Rezende (2000), Carvalho (2000), Lopes (2001), recomendam a associação da prática da subsolagem com plantio de espécies vegetais que possuam sistema radicular profundo e vigoroso, objetivando facilitar a descompactação do solo pelas raízes, o que proporcionaria resultados mais duradouros. Monegat (1991), citado por Lopes, (2001), também considera que apenas a prática da subsolagem não consegue recuperar a qualidade estrutural do solo, devendo, portanto, ser associada a outras práticas de manejo, como, por exemplo, o uso de leguminosas com sistema radicular agressivo, como crotalárias, sesbania, guandu e outras, cujas raízes chegam a atingir profundidades superiores a 40 cm.

### 1.3 RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO

A resistência do solo à penetração é um importante indicador da qualidade física dos solos cultivados. Mediante monitoramento periódico em áreas agrícolas, com penetrômetro (equipamento utilizado para medir a resistência do solo à penetração), pode-se determinar facilmente o grau de compactação do solo e, conseqüentemente, a condição de penetração das raízes (RIBON et al., 2003). Convém mencionar, entretanto, que a resistência que o solo impõe ao desenvolvimento de raízes difere da resistência medida por penetrômetros: a raiz, flexível, cresce através dos poros do solo e de pontos de menor resistência (fendas e rachaduras, por exemplo), enquanto os penetrômetros avaliam a resistência média que o solo oferece à penetração da haste rígida do equipamento. Trata-se, portanto de um indicador secundário da compactação do solo e não de medida física direta de crescimento de raízes.

De acordo com Mernes et al., (2003), o método da penetrometria utilizado para quantificar a resistência do solo superestima a resistência imposta ao crescimento radicular, porém, infelizmente, não há rotina metodológica eficiente para fazer estimativas mais precisas e confiáveis do impedimento mecânico do solo. Por isso, e pela facilidade e rapidez na obtenção de resultados, tem-se usado esse método na maioria das pesquisas sobre resistência do solo à penetração (BENGOUGH e MULLINS, 1990).

Valores elevados de resistência do solo à penetração são indesejáveis. Pedrotti (1996) afirma que qualquer alteração significativa na estrutura do solo - seja por compactação e ou adensamento - provocará mudanças nas relações de transferência no sistema solo-ar-água, na resistência mecânica e na temperatura do solo. Para Imhoff et al. (2000), valores de resistência mecânica do solo entre 2,0 e 3,0 MPa já são considerados limitantes ao desenvolvimento radicular de várias culturas anuais como, por exemplo, trigo, milho e algodão.

De acordo com Tinker (1981), “há relação direta, positiva e estreita entre o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o volume da copa e a produtividade”. Assim, **objetivou-se** avaliar o crescimento do sistema radicular do cultivar tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck) em um LATOSSOLO AMARELO Coeso de Tabuleiro Costeiro submetido a distúrbios crescentes provocados pela subsolagem.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DA ÁREA EXPERIMENTAL

Em maio de 1998, o experimento foi instalado na Fazenda Lagoa do Coco, do empresário-fruticultor Rokuro Shibata, localizada no município de Rio Real (Litoral Norte do Estado da Bahia), às margens da BR-101 (Figura 1), distando 202 km de Salvador (e 215 km do município de Cruz das Almas, sede da Escola de Agronomia e da Embrapa Mandioca e Fruticultura), com coordenadas geográficas 11°34'25" latitude Sul e 37°52'58" longitude Oeste de Greenwich, altitude de 182 m, pluviosidade média anual de 960 mm (coordenadas geográficas tomadas com GPS, na sede da fazenda, e dados pluviométricos tirados de CEI (1994);

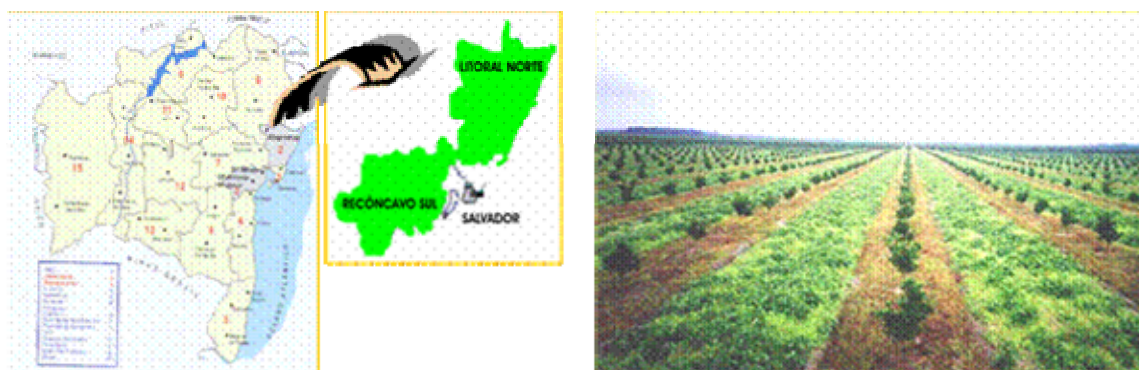


Figura 1 – Localização do experimento (esquerda); vista geral do experimento (direita).

### 2.2 O SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

#### 2.2.1 Identificação

**CLASSIFICAÇÃO:** LATOSSOLO AMARELO Coeso A moderado textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo plano.

**LOCALIZAÇÃO:** Fazenda Lagoa do Coco, de propriedade do Sr. Rokuro Shibata, localizada no município de Rio Real-BA, acesso pela BR 101 até o km 157, onde, do lado esquerdo, está a Fazenda.

**SITUAÇÃO E DECLIVE:** Tabuleiro Costeiro (plano) com plantio de laranja.

**ALTITUDE:** 182 m.

**LITOLOGIA E CRONOLOGIA:** Sedimentos detríticos argilosos a arenoargilosos Tércio-Quaternários – Formação Barreiras (ou Capim Grosso).

**PERÍODO:** Pleistocênico / Tércio Quaternária.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Produto de alteração do material supracitado.

**PEDREGOSIDADE:** Ausente.

**ROCHOSIDADE:** Ausente.

**RELEVO LOCAL:** Plano.

**RELEVO REGIONAL:** Plano a ondulado.

**EROSÃO:** Laminar ligeira e “diferencial ligeira”.

**DRENAGEM:** Moderadamente drenado.

**VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:** Transição Floresta Estacional Semidecidual/Cerrado.

**USO ATUAL:** Citricultura.

**CLIMA:** As, quente a úmido.

**DESCRIÇÃO E COLETA:** Comissão Técnica.

#### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

**Ap** 0-5 cm; cinzento escuro (10YR 4/1 seco): franco arenoso; grãos simples fraca pequena blocos subangulares a subarredondados e raros grumos associados a raízes; macio, não plástico e não pegajoso; transição clara a plana.

**AB** 0-23 cm; cinzento (10YR 5/1 seco); franco argiloarenoso; coeso; moderada a fraca pequena a média blocos angulares localizados; macio, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

- BA** 23-45/55 cm; cinzento (10YR 6/1 seco); franco argiloarenoso; coeso quebrando em pedaços angulosos; duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição sinuosa a gradual.
- BA<sub>f</sub>** 55--65/72 cm; cinzento brunado claro (10YR 6/2 seco); franco argiloarenoso; coeso; duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e sinuosa.
- BA<sub>2</sub>/B<sub>w</sub>** 72--96 cm; bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4 seco); argiloarenoso; coeso; fraca pequena a média blocos subangulares; duro a muito duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição irregular e gradual.
- B<sub>w1</sub>** 96-110/135 cm; bruno amarelado claro (10YR 6/4 seco); argiloarenoso; fragmentos de coeso e fraca pequena a média blocos subangulares com pequena fraca granular discreta; ligeiramente duro e partes macio, plástico e ligeiramente pegajoso.
- B<sub>w2</sub>** 135 cm; bruno amarelado claro (10YR 6/4 seco); argiloarenoso; fraca pequena a média blocos subangulares e fraca pequena granular; macio, plástico e ligeiramente pegajoso.

**Observações:** Presença de areia lavada nos horizontes AB e BA<sub>1</sub> e grande quantidade de areia grossa no AP; presença discreta de manchas de ferro nos horizontes AB e BA<sub>1</sub>; mosqueado apresentando cores contrastantes com o matiz do solo no horizonte BA<sub>2</sub>; manchas de hidromorfia, raras, discretas e difusas associadas a raras manchas pontuais de ferro no horizonte BA/B<sub>w</sub>; raízes muito finas e médias no Ap, poucas médias e grossas no A<sub>1</sub> e menos no AB, no sentido horizontal; ausentes nos horizontes BA<sub>1</sub> e BA/B<sub>w</sub>, voltando a aparecer poucas, médias e grossas no B<sub>w</sub>; porosidade: forte no Ap, biológica, intersticial e estrutural no B<sub>w</sub> e no AB basicamente biológica; atividade biológica: presença de formigas no Ap até o AB<sub>f</sub>; presença de crotovinas no AB.

**Fonte:** Guia de Excursão Técnica (1998)



## 2.2.2 Características físicas

Tabela 1 – Análise física do solo. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 1998

Horizonte		Frações da amostra total			Composição granulométrica* da terra fina (gkg <sup>-1</sup> )				Argila natural (gkg <sup>-1</sup> )	Grau floc. (%)	%Silte %Argila	Dens. Partic. kg/dm <sup>3</sup>	Umid. Equiv. (gkg <sup>-1</sup> )
Símbolo	Prof. (cm)	Calhau	Cascalho	Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila					
AP	0-5	-	-	-	680	120	160	40	40	-	4,00	2,56	125
A <sub>1</sub>	5-23	-	-	-	620	110	100	170	40	76	0,58	2,57	110
AB	23-55	-	-	-	600	110	100	190	40	79	0,52	2,58	112
BA	55-72	-	-	-	580	100	110	210	20	90	0,52	2,61	118
BA/BW	72-96	-	-	-	570	90	120	220	20	91	0,54	2,61	130
BW <sub>1</sub>	96-135	-	-	-	510	120	110	260	20	92	0,42	2,60	124
BW <sub>2</sub>	135+	-	-	-	610	90	60	240	20	91	0,25	2,58	130

Fonte: Guia de Excursão Técnica (1998)

### 2.2.3 Características químicas

Tabela 2 – Análise química do solo. Faz. Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 1998.

Horizonte	pH água	M.Org. (g/kg)	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )								V (%)	K* (mg/kg)	P mg/dm <sup>3</sup>
			Ca	Mg	K	Na	S	Al	H+AL	T			
AP	6,8	30,0	5,0	1,6	-	-	7,85	0,0	0,66	8,5	92,2	438	3,7
A <sub>1</sub>	4,4	15,6	1,0	0,6	-	-	1,79	0,5	3,08	4,8	36,7	61	3,0
AB	4,2	12,4	0,8	0,3	-	-	1,26	0,6	2,97	4,2	29,8	52	2,0
BA	4,1	6,2	0,5	0,4	-	-	1,05	0,8	2,75	3,8	27,7	48	0,8
BA/BW	4,2	4,1	0,7	0,4	-	-	1,27	0,6	2,42	3,6	34,4	54	0,0
BW <sub>1</sub>	4,3	3,1	0,8	0,5	-	-	1,44	0,4	1,87	3,3	43,5	43	0,0
BW <sub>2</sub>	4,4	2,1	1,0	0,8	-	-	1,94	0,2	1,54	3,4	55,7	34	0,0

- $K \text{ (cmol}_c\text{kg}^{-1}) = K \text{ (mgkg}^{-1}) / 390$

### 3. CRQUI DE CAMPO

As Figuras 2 e 3 mostram detalhes dos tratamentos de preparo do solo (T1 a T5) nas parcelas experimentais compostas de quatro fileiras de plantas no espaçamento de 7,0 m entre linhas e 5,0 m entre plantas; a área total de cada uma dessas parcelas é de 1 120 m<sup>2</sup>, contendo 1200 plantas; dentro de cada uma dessas parcelas, ao longo das duas fileiras centrais, foram demarcadas seis unidades de observação (separadas por plantas bordaduras) contendo 12 plantas cada (seis em cada fileira), totalizando uma área útil de 420 m<sup>2</sup>.

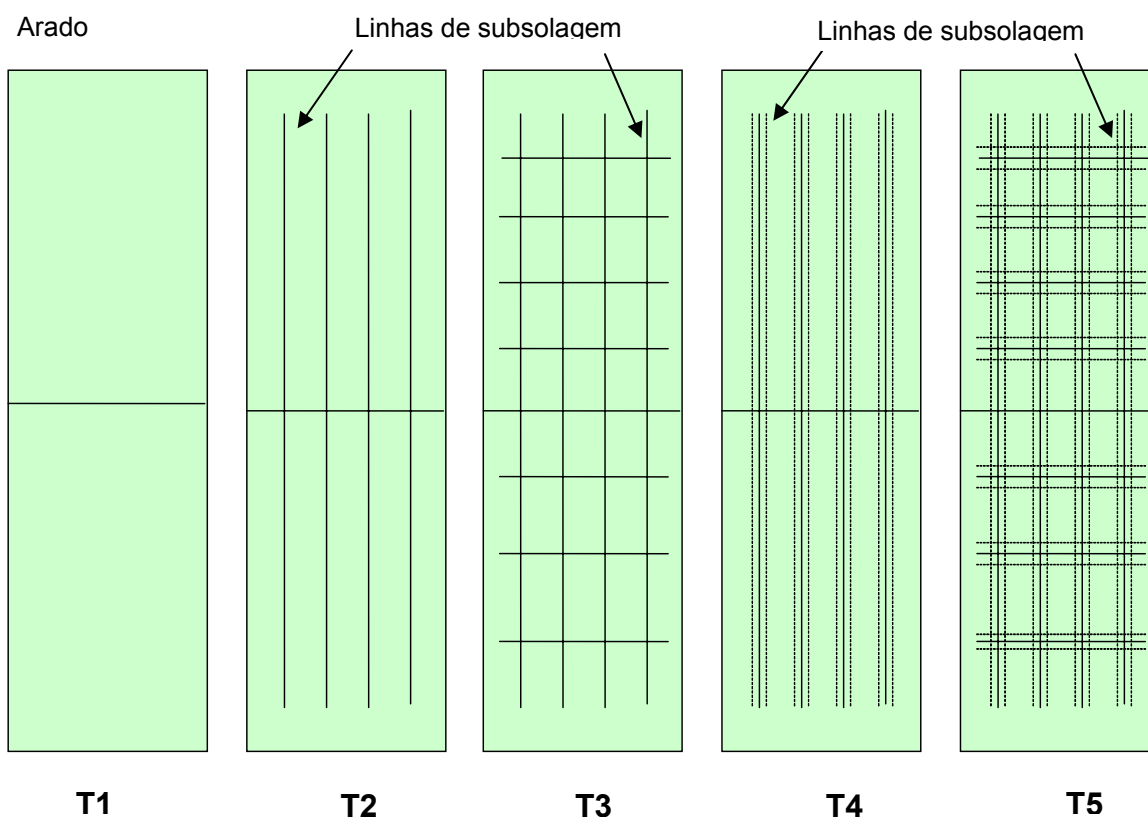


Figura 2 - Ilustração dos distúrbios crescentes provocados nas parcelas experimentais pelos implementos agrícolas: T1- aração + gradagem (preparo convencional); T2 - subsolação com uma haste nas linhas de plantio; T3 - subsolação cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; T4 - subsolação com três hastes nas linhas de plantio; T5 - subsolação cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio. Ao longo das duas fileiras centrais de cada parcela foram demarcadas seis unidades de observação contendo 12 plantas cada.



Figura 3 – Preparo do solo: **A)** subsolador utilizado; **B) Tratamento 1-** aração + gradagem (convencional); **C) Tratamento 2** – subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; **D) Tratamento 3** – subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; **E) Tratamento 4** - subsolagem com três hastes nas linhas de plantio; **F) Tratamento 5** - subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio. Faz. Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 1998.

## 2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos de preparo do solo, e seis repetições. Os tratamentos de preparo do solo foram idealizados para provocarem distúrbios crescentes na zona radicular das plantas, até uma profundidade de 0,50 m. Para tal, utilizou-se um trator de pneu 4 x 4, 135 HP, ao qual foi acoplado um subsolador de hastes inclinadas, modelo DMB. Antes da subsolagem, toda a área foi arada e gradeada apenas para incorporar o mato.

## 2.5 CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO, ADUBAÇÃO E PLANTIO

A correção da acidez e a adubação foram feitas com base na análise do solo. O calcário dolomítico e o gesso agrícola foram aplicados à lanço, nas entrelinhas de plantio (75%), e nas covas de plantio (25%), substituindo-se 25% de CaO do calcário dolomítico por gesso (Figura 4).



Figura 4 – Aplicação de calcário dolomítico + gesso agrícola nas entrelinhas de plantio (esquerda) e nas covas de plantio (direita). Faz. Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 1998.

Tanto a correção da acidez do solo quanto a adubação - esta igual para todos os tratamentos, utilizando-se os adubos cama de frango, uréia, cloreto de potássio e superfosfato simples - foi e tem sido feita de acordo com as recomendações encontradas em COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (1989). No plantio, foram utilizadas mudas do cultivar tangor Murcote enxertada em limão 'Volkameriano', produzidas na Fazenda - experimentos posteriores, realizados por Rezende et al. (2002), mostram que a semeadura do

porta-enxerto no local definitivo, comparado com o plantio de mudas, proporciona maior precocidade das plantas e pomares mais produtivos. Sempre que necessários, os tratos culturais e fitossanitários foram feitos com o devido rigor, seguindo-se orientação técnica pertinente. Com o objetivo de auxiliar o rompimento da camada adensada do solo e não deixa-lo descoberto manteve-se nas entrelinhas de plantio o feijão-de-porco.

## 2.6 PREVISÃO DO TEMPO DE DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi planejado para o período de vida útil das plantas cítricas, que, conforme foi mencionado anteriormente, nos ecossistema dos Tabuleiros Costeiros oscila geralmente em torno de 12 anos. Espera-se, entretanto, com a melhoria da fertilidade do solo – significa dizer, menor resistência do solo à penetração radicular, maior disponibilidade de água, ar e nutrientes e pH da solução do solo adequado -, alcançar maior longevidade das plantas. Parte dos resultados ora apresentados foram obtidos em 2004, isto é, seis anos após o início da pesquisa.

## 2.7 VARIÁVEIS AVALIADAS



Figura 5 - Penetrômetro de impacto utilizado no ensaio.

Foram feitas as seguintes avaliações nas parcelas experimentais: resistência do solo ao penetrômetro (nas entrelinhas e nas linhas de plantio), umidade gravimétrica atual e comportamento do sistema radicular das plantas. No caso da resistência do solo à penetração, utilizou-se um penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF (Figura 5), conforme técnica descrita por STOLF et al. (1983). Os cálculos da resistência à penetração foram feitos por meio da seguinte expressão:

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

Os valores assim obtidos foram transformados na unidade de pressão MPa ao ser multiplicado pelo fator 0,0981.

Considerando-se que a resistência à penetração varia com a umidade do solo (quanto maior a umidade menor a resistência) determinou-se, pelo método preconizado pela EMBRAPA (1997) a umidade gravimétrica atual ( $U_g = \text{kg/kg}$ ) de amostras de terra obtidas com um trado nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade.

Para a avaliação do comportamento do sistema radicular, foram abertas trincheiras com 80 cm de profundidade, distando 80 cm do caule das plantas (tais trincheiras foram escavadas com o máximo de cuidado para minimizar – pois é impossível evitar - o corte e perda de raízes). Depois de expostas, as raízes foram pintadas (com cal em água) e apenas fotografadas – optou-se por não adotar métodos de determinação que preconizam o corte das raízes a fim de quantificá-las, porque isso prejudicaria o crescimento e desenvolvimento das plantas, tornando desuniforme o pomar.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 6 a 10 (correspondentes aos tratamentos 1 a 5, respectivamente) mostram a relação entre a resistência do solo ao penetômetro e o crescimento do sistema radicular das plantas. Para cada tratamento de preparo do solo, são apresentados os resultados (média de seis repetições) da resistência do solo ao penetrômetro nas entrelinhas de plantio (A) e nas linhas de plantio (B), obtidos seis anos após a instalação do experimento; as letras C e E de cada figura ilustram detalhes das parcelas experimentais vistos nos anos de 2001 (mês de julho)<sup>2</sup> e 2004 (mês de agosto), respectivamente; as letras D e F ilustram detalhes do crescimento do sistema radicular das plantas em resposta ao tratamento de subsolagem.

---

<sup>(2)</sup> Os detalhes do experimento referentes ao ano de 2001 foram publicados por Rezende et al., (2002), e foram aqui apresentados para facilitar a visualização da evolução do desenvolvimento das raízes em função do tempo.

Analisando-se as Figuras 6 a 10, percebe-se a elevada resistência do solo ao penetrômetro nas áreas não subsoladas (Figura 6, A e B) e nas entrelinhas de plantio das áreas subsoladas (Figuras 7 a 10, letra A). Nessas áreas, os valores de resistência do solo ao penetrômetro, ao longo do perfil, são bem maiores do que 2,0 MPa (destacado nas figuras com linha vermelha), que, segundo Imhoff et al. (2000), é o limite crítico acima do qual o crescimento do sistema radicular das culturas em geral fica prejudicado. Por outro lado, percebe-se que nas áreas perturbadas pelas hastes subsoladoras (tratamentos 2 a 5) a resistência do solo ao penetrômetro é bem menor do que o limite crítico supracitado, evidenciando o rompimento da camada densa – o que melhora a estrutura do solo e, conseqüentemente, a dinâmica do ar, água, calor e nutrientes na zona radicular.

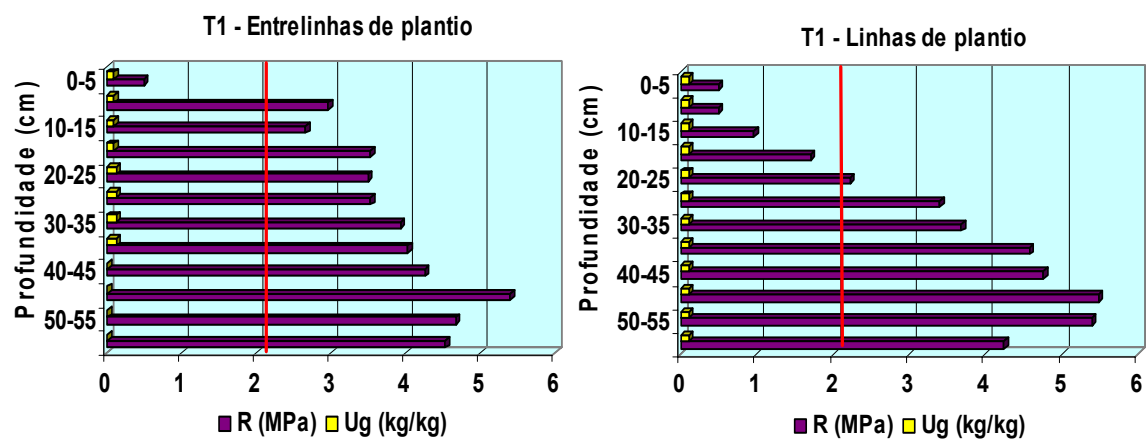
É importante destacar que os efeitos da subsolagem ora apresentados **perduram por, pelo menos, seis anos**, contrariando o pensamento de alguns pesquisadores segundo os quais tais efeitos são efêmeros. Certamente isso deve ocorrer nos sistemas agrícolas convencionais que exigem mobilização sistemática do solo, como, por exemplo, em áreas cultivadas com culturas temporárias.

No que tange ao comportamento do sistema radicular das plantas, percebe-se que quanto maior o distúrbio provocado na camada densa do solo maior é o crescimento das raízes – que ficam *envasadas* (confinadas) no volume de terra de menor resistência ao penetrômetro. Analisando-se cada figura individualmente, notam-se os seguintes detalhes: No **tratamento 1** (Figura 6), aração + gradagem (sem subsolagem), em 2001 as raízes praticamente não apareciam no perfil do solo e as plantas mostravam-se menos desenvolvidas e com frutos menores (Figura 6-D); em 2004 (Figura 6-F), as raízes aparecem na camada superficial do solo, sobre a camada densa, com menor calibre em relação àquelas que se vê nos demais tratamentos de preparo do solo. No **tratamento 2** (Figura 7), subsolagem com uma haste nas linhas de plantio, em 2001 as raízes das plantas mostravam-se *envasadas* no volume de terra perturbado pela haste subsoladora (Figura 7-D); em 2004 (Figura 7-F), aparecem na camada superficial do solo, sobre a camada densa, atingindo maior profundidade apenas no volume de terra perturbado pela subsolagem – devido à menor resistência à penetração. No **tratamento 3** (Figura 8), subsolagem cruzada com uma haste nas linhas de plantio, em 2001 as raízes das plantas mostravam-se *envasadas* no volume de terra perturbado pela haste subsoladora, no sentido



longitudinal e lateral da trincheira (Figura 8-D): em 2004 (Figura 8-F), aparecem na camada superficial do solo, sobre a camada densa, atingindo maior profundidade apenas no volume de terra perturbado pela subsolagem (mesma tendência observada em 2001). No **tratamento 4** (Figura 9), subsolagem com três hastes nas linhas de plantio, em 2001 as raízes das plantas apareciam profusamente distribuídas no volume de terra perturbado pelas hastes subsoladoras (Figura 9-D), as plantas apresentavam-se mais desenvolvidas, com frutos maiores e em maior quantidade; em 2004 (Figura 9-F), a tendência é a mesma observada em 2001. No **tratamento 5** (Figura 10), subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio, em 2001 as raízes das plantas apareciam profusamente distribuídas no volume de terra perturbado pelas hastes subsoladoras, entretanto, a quantidade de raízes que se observa na face frontal da trincheira é maior do que a que aparece na face lateral (Figura 10-D), pois o trânsito de máquinas nas entrelinhas de plantio, quando das operações agrícolas (aplicações de defensivos, adubos e corretivos e colheitas), provocaram a compactação do solo, prejudicando os benefícios resultantes da subsolagem – fato que poderá desaconselhar a prática da subsolagem cruzada; em 2004 (Figura 10-F), embora a foto não mostre com a devida clareza, a tendência é a mesma observada em 2001.

Os resultados aqui apresentados estão coerente com as afirmações de Malavolta e Violante Netto (1989), segundo os quais “a aeração e a resistência do solo à penetração são as principais causas de inibição do crescimento radicular das plantas cítricas”. Também está coerente com a afirmação de Barley (1962), para o qual “as raízes não se desenvolvem quando submetidas a elevada resistência à penetração, qualquer que seja o nível de oxigênio no meio”.

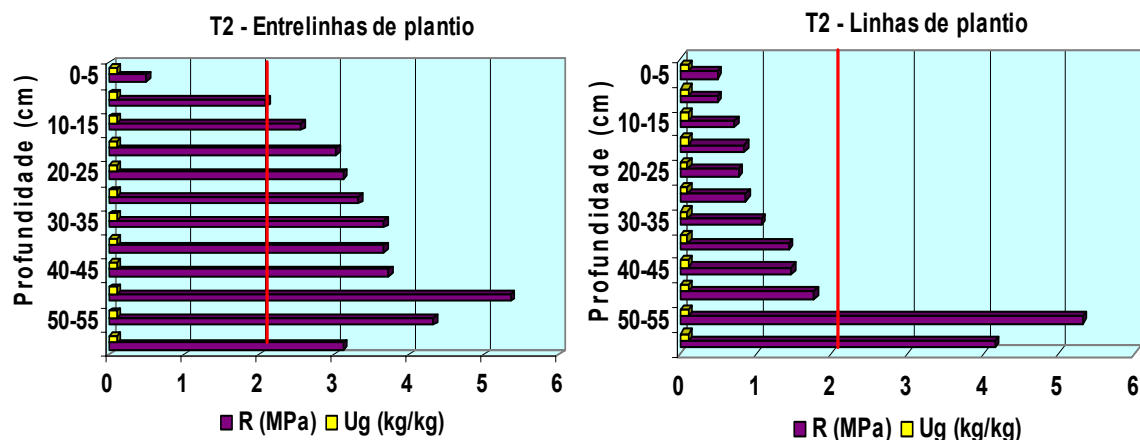


A (2004)

B (2004)



Figura 6 - **Tratamento 1** (aração + gradagem): resistência do solo ao penetrômetro ( $R = \text{MPa}$ ) e umidade gravimétrica atual ( $U_g = \text{kgkg}^{-1}$ ) nas entrelinhas (A) e nas linhas de plantio (B), avaliação feita em 2004 (a linha vertical vermelha marca o limite crítico de resistência do solo à penetração radicular da maioria das culturas); detalhes da parcela (C) e do crescimento das raízes (D), na avaliação feita em 2001; detalhes da parcela (E) e do crescimento das raízes (F), na avaliação feita em 2004.



A (2004)

B (2004)



C (2001)



D (2001)

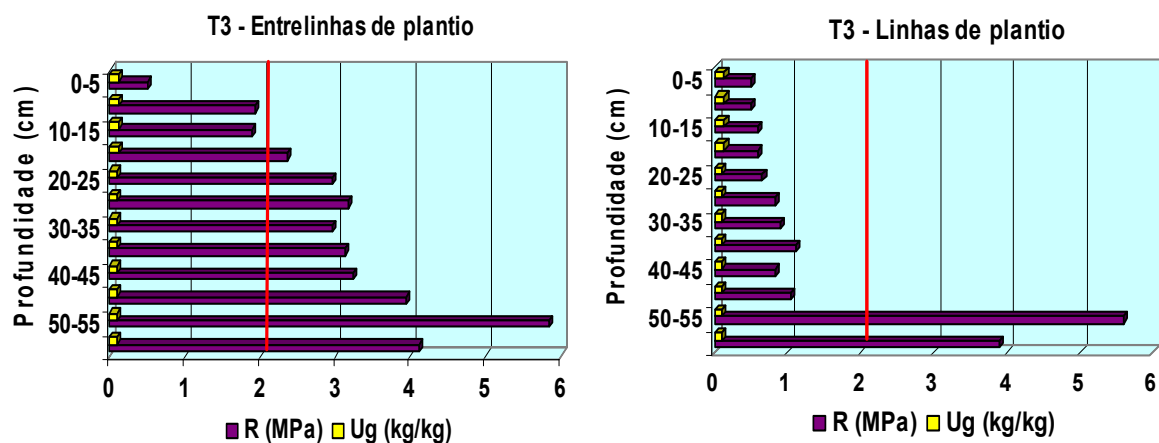


E (2004)



F (2004)

Figura 7 - **Tratamento 2** (subsolação com uma haste nas linhas de plantio): resistência do solo ao penetrômetro ( $R = \text{MPa}$ ) e umidade gravimétrica atual ( $U_g = \text{kg kg}^{-1}$ ) nas entrelinhas (A) e nas linhas de plantio (B), avaliação feita em 2004 (a linha vertical vermelha marca o limite crítico de resistência do solo à penetração radicular para a maioria das culturas); detalhes da parcela (C) e do crescimento das raízes (D), na avaliação feita em 2001; detalhes da parcela (E) e do crescimento das raízes (F), na avaliação feita em 2004.



A (2004)



C (2001)

B (2004)



D (2001)



E (2004)



F (2004)

Figura 8 - **Tratamento 3** (subsolação cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio): resistência do solo ao penetrômetro ( $R = \text{MPa}$ ) e umidade gravimétrica atual ( $U_g = \text{kg kg}^{-1}$ ) nas entrelinhas (A) e nas linhas de plantio (B), avaliação feita em 2004 (a linha vertical vermelha marca o limite crítico de resistência do solo à penetração radicular para a maioria das culturas); detalhes da parcela (C) e do crescimento das raízes (D), na avaliação feita em 2001; detalhes da parcela (E) e do crescimento das raízes (F), na avaliação feita em 2004.

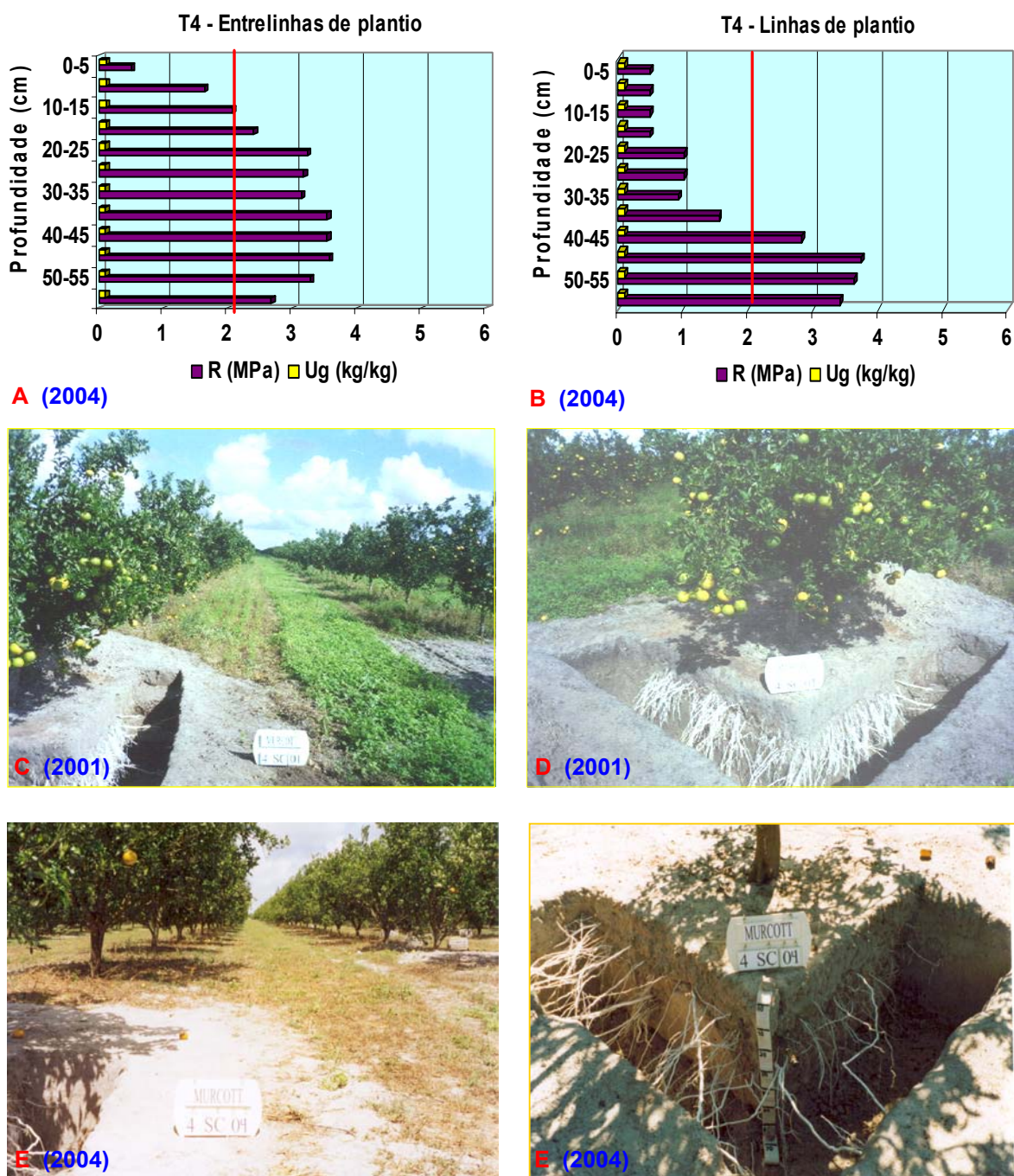
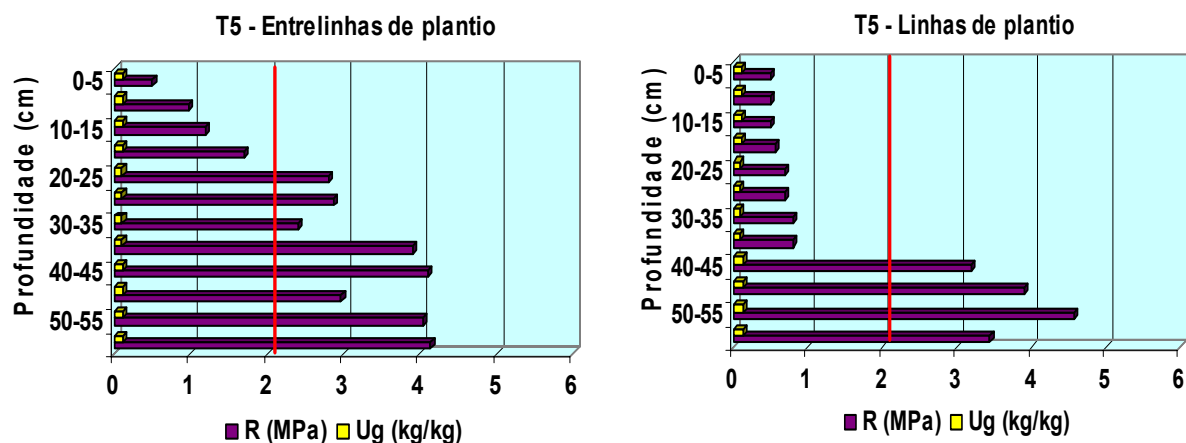


Figura 9 - **Tratamento 4** (subsolação com três hastas nas linhas de plantio): resistência do solo ao penetrômetro ( $R = \text{MPa}$ ) e umidade gravimétrica atual ( $U_g = \text{kgkg}^{-1}$ ) nas entrelinhas (A) e nas linhas de plantio (B), avaliação feita em 2004 (a linha vertical vermelha marca o limite crítico de resistência do solo à penetração radicular para a maioria das culturas); detalhes da parcela (C) e do crescimento das raízes (D), na avaliação feita em 2001; detalhes da parcela (E) e do crescimento das raízes (F), na avaliação feita em 2004.



A (2004)



B (2004)



C (2001)



D (2001)



E (2004)

F (2004)

Figura 10 - **Tratamento 5** (subsolação cruzada, com três hastas, nas linhas de plantio) : resistência do solo ao penetrômetro ( $R = \text{MPa}$ ) e umidade gravimétrica atual ( $U_g = \text{kg kg}^{-1}$ ) nas entrelinhas (A) e nas linhas de plantio (B), avaliação feita em 2004 (a linha vertical vermelha marca o limite crítico de resistência do solo à penetração radicular da maioria das culturas); detalhes da parcela (C) e do crescimento das raízes (D), na avaliação feita em 2001; detalhes da parcela (E) e do crescimento das raízes (F), na avaliação feita em 2004.

#### 4. CONCLUSÃO

A prática da subsolagem é uma excelente alternativa para melhorar a estrutura dos horizontes Coesos dos solos do ecossistema Tabuleiros Costeiros, pois favorece o crescimento do sistema radicular das plantas - e seus efeitos não são efêmeros, como afirmam alguns autores, pois permaneceram inalterados seis anos após o preparo do solo.

Diferentemente do que ocorreu na área não subsolada, os valores de resistência do solo ao penetrômetro nas áreas subsoladas foram menores do que 2,0 MPa, considerado limite crítico ao desenvolvimento radicular para a maioria das culturas; quanto maior o distúrbio provocado pela subsolagem, maior o crescimento radial do sistema radicular das plantas - os tratamentos 4 (subsolagem com três hastes nas linhas de plantio) e 5 (subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio), foram os que mais possibilitaram esse crescimento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO FILHO, J. C. et al. 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, 1., 2001, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.123-142.

BARLEY, K. P. The effects of mechanical stress on the growth of roots. **Journal Experimental Botany**. v.13, p.95-110, 1962.

BELTRAME, L. F. S.; GONDIM, L. A. P.; TAYLOR, J. C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, n.1 p.145-149, 1981.

BENGOUGH, A.G.; MULLIS, G.E. Mechanical impedance to root growth: review of experimental techniques and root growth responses. **Journal of Soil Science**, London, v. 41, n.3, p. 341-358, 1990.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: 1990. 355p.

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 Bárbara Del Zulia, Venezuela. **Compendio...**Santa Bárbara Del Zulia, Venezuela: Facultad de Agronomia de La Universidad Del Zulia, 1998. p. 108-130.

CARVALHO, S.R.L de. Identificação, caracterização e cinética do crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano (Etapa I), **Tese de Mestrado**, Cruz das Almas, Bahia, 2000. 115 p.

CENTRO DE ESTATISTICA E INFORMAÇÕES - CEI, (BA). **Informações básicas dos municípios baianos: Litoral Norte**. Salvador: 1994. 440p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura de do Abastecimento, 1997. 221p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

**GUIA DE EXCURSÃO TÉCNICA: Solos Coesos de Tabuleiros Costeiros**. Coordenado pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – Ilhéus, Centro de Pesquisas do Cacau. Campinas, Fundação Cargil, 1998. 84 p.

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**, Brasília, v.35, n.7, p.1493-1500, 2000.

LANÇAS, P. K. Subsolagem ou Escarificação. **Cultivar Máquinas**, ano II, n.14, p. 38-42, 2002.

LOPES, L. C. Avaliação de práticas culturais na melhoria das propriedades físicas de um LATOSSOLO AMARELO álico coeso, cultivado com as variedades de mamão "Sunrise solo" e Tainung nº 1. 2001 - **Dissertação Mestrado em Ciências Agrárias** pela Escola de Agronomia da Universidade da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2001.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. - **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS. 1989. 153p.

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**, Viçosa, v.50, n.228, p.143-153, 2003.

MULLER, M.M.L.; CECCON, G., ROSOLEM, C. A.; Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25. p. 531-538, 2001.

OLIVEIRA, J. B. de. Solos para citros. In RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, J.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. (Ed.) **Citricultura Brasileira**, 2.ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991, v.1, p.196-227.

PEDROTTI, A. Avaliação da compactação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. 1996. 96p. **Tese Mestrado em Física do Solo**, FAEM-UFPel, Pelotas- RS, 1996.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1984, 541p.

REZENDE, J. de O. Compactação e adensamento do solo, metodologia para avaliação e práticas agrícolas recomendadas. In: XXVI CONGRESSO

BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, **Palestra...**,1997. 22p. 1CD ROM.

REZENDE, J, de O. **Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo**.Salvador: **SEAGRI/SPA**, 2000. 117 p. il. (Série Estudos Agrícolas, 1).

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

RIBEIRO, L. P. Evolução da cobertura pedológica dos Tabuleiros Costeiros e a gênese dos horizontes coesos. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS,**1., 2001, anais...** Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 93-121.

RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Número de amostras para avaliação da resistência do solo à penetração em solos cultivado com cultura perene. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, **Resumos expandidos...**Ribeirão Preto: SBCS, 2003.

SILVEIRA, P. M. da. Influência do preparo do solo e de rotação de culturas no feijoeiro. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 2002. 18p. (**Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 3**).

STOLF, R.; FERNANDES, J. ; FURLANI NETO, V. L. Recomendação para uso do penetrômetro de Impacto modelo IAA – Planalsucar – Stolf. **Revista STAB – açúcar, álcool e subprodutos**, v.1, p.3, 1983.

TINKER, P. B. Root distribution and nutrient uptake. In.: RUSSEL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. The soil/root system in relation to Brazilian Agriculture. Londrina: IAPAR, 1981. p. 115-136.

## CAPÍTULO 2<sup>1</sup>

### **SUBSOLAGEM EM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, QUEDA E PESO MÉDIO DOS FRUTOS DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE**

---

<sup>1</sup>) Da composição dos Capítulos 1 e 2, indissociáveis, resultou o artigo científico ajustado às normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo, enviado para publicação.

SUBSOLAGEM EM LATOSSOLO AMARELO COESO DE TABULEIRO COSTEIRO E CONSEQÜÊNCIAS NO CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE, QUEDA E PESO MÉDIO DOS FRUTOS DO CULTIVAR TANGOR MURCOTE

**Autor: Flávia Janaina Carvalho Brandão**

**Orientador: Joelito de Oliveira Rezende**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar, seis anos após a instalação do experimento, o crescimento (altura das plantas e diâmetros da copa e do caule), a produtividade (número e peso de frutos por hectare), a queda de frutos e o peso médio dos frutos do cultivar tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck) cultivado em um LATOSSOLO AMARELO Coeso submetido a distúrbios crescentes provocados pela subsolagem. Análises químicas do solo e das folhas foram realizadas para se avaliar o estado nutricional das plantas. O experimento foi instalado na Fazenda Lagoa do Coco, localizada no município de Rio Real, Litoral Norte do Estado da Bahia, faixa dos Tabuleiros Costeiros, a 182 m de altitude e coordenadas geográficas 11°34'25"de latitude Sul e 37°52'58" de longitude Oeste de Greenwich. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições: T1- aração + gradagem (convencional); T2 - subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; T3 -subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; T4 - subsolagem com três hastes nas linhas de plantio e T5 - subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio. Concluiu-se que os distúrbios causados pela subsolagem na camada densa do solo, melhorando sua estrutura - e, por conseqüência, a circulação do ar, da água e dos nutrientes no perfil do solo -, favorece o crescimento das plantas, a produtividade, a retenção do fruto na planta, o peso médio dos frutos e, possivelmente, a longevidade dos pomares (que só poderá ser avaliada com um tempo maior de pesquisa). Até o momento, em números absolutos, os melhores tratamentos de preparo do solo foram o 4 e o 5. Em relação ao tratamento 1 (sem subsolagem), tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram  **aumentos** no crescimento das plantas, na produtividade e no peso médio dos frutos - e **diminuição** na queda de frutos-, na seguinte ordem de grandeza: **Crescimento**



**das plantas:** *altura:* T1=100%, T2=102%, T3=106%, T4=111%, T5=107%; *diâmetro da copa:* T1=100%, T2=103%, T3=104%, T4=117%, T5=109%; *diâmetro do caule:* T1=100%, T2=101%, T3=103%, T4=107%, T5=108%. **Produtividade e queda de frutos** (safra 2001/2002): *número total de frutos/ha:* T1=100%, T2=132%, T3=133%, T4=163%, T5=146%; *número de frutos no pé/ha:* T1=100%, T2=145%, T3=159%, T4=198%, T5=178%; *número de frutos caídos/ha:* T1=25%, T2=18%, T3= 10%, T4=9%, T5=8% (a perda de frutos no tratamento 1 foi aproximadamente o triplo da observada nos tratamentos 4 e 5, mostrando que a subsolagem possibilita maior tempo de retenção dos frutos na planta). **Produtividade** (safra 2004/2005): *número total de frutos/ha:* T1=100%, T2=150%, T3=233%, T4=266%, T5=344%; *peso total de frutos/ha:* T1=100%, T2=170%, T3=264%, T4=317%, T5=407%. **Peso médio dos frutos** (safra 2001/2002): T1=100%, T2=107%, T3=110%, T4=112%, T5=120%. O estado nutricional das plantas não interferiu de forma unidirecional nos resultados supracitados.

**Palavras-Chave:** Tabuleiro Costeiro, solo coeso, preparo do solo, citros.

## SUMMARY

SUBSOILING OF TABLELAND COMPACT YELLOW LATOSSOL AND THE CONSEQUENCES ON THE DEVELOPMENT OF TANGOR MURCOTTE CULTIVAR.

**AUTHOR:** Flávia Janaína Carvalho Brandão

**ADVISOR:** Joelito de Oliveira Rezende

**SUMMARY:** The goal of this work was to evaluate, six after installation of the experiment, the growth (plant height and canopy and stem diameter), yield (number and weight of fruit/ha), and fruit abscission of a Tangor Murcotte (*Citrus reticulata Blanco X Citrus sinenses Osbeck*) cultivar, grown on a compact Yellow Latossol of the Coastal Tableland after is has benn subsoilled. Chemical soil and leaves analysis werw done to evaluate plant nutritional status. The experiment was installed at the Fazenda Lagoa do Coco, locatedin the city of Rio Real, North Littoral of the State of Bahia, in the area of Coastal Tableland, at 182 above sea level and 11°34'25" S, and 37°52'58" W. The experimental design was Complete Randomized Blocks, with five treatments and six repetitions: T1- plowing and harrowing (conventional); T2- One line subsoiling on the planting line; T3- One line subsoling crossed on the planting hole; T4- Three line subsoiling crossed on the planting hole. T5- Three line subsoiling crossed on the planting hole. It Was concluded that the caused disturb by subsoiling the compact layer improve soil structure, increasing the circulation of air, water, and nutrients. This favor plant development and possibly plant longevity (What can be only know whit greater research time). The best treatments, in absolute numbers, were treatment 4 and 5, in relation treatment 1 (no subsoiling), the othrs treatments increased plant growth, yield, and fruit average weight and decreased fruit drop. For the variables studied the results were in the following order: Plant height: T1= 100%, T2= 102%, T3=106%, T4=111%, T5=107%; Canopy diameter: T1=100%, T2=103%, T3=104%, T4=117%, T5=109%; stem diameter: T1=100%, T2=101%, T3=103%, T4=107%, T5=108%; Fruit/ha (Season 2001/2002): T1=100%, T2=132%,

T3=133%, T4=163%, T5=146%; Fruit/plant/ha: T1=100%, T2=145%, T3=159%, T4=198%, T5=178%; Fruit abscission/ha: T1=25%, T2=18%, T3=10%, T4=9%, T5=8% (fruit drop in treatment 1 was approximately three times that of treatment 4 and 5, suggesting that subsoiling improve fruit duration on the tree). Fruits/ha (Season 2004/2005) T1=100%, T2=150%, T3=233%, T4=266%, T5=344%; Fruit weight/ha: (Season 2001/2002): T1=100%, T2=170%, T3=264%, T4=317%, T5=407%. Fruit average weight/ha (Season 2001/2002): T1=100%, T2=107%, T3=110%, T4=112%, T5=120%. The nutritional status of the plants did not interfered in the results.

**Key words:** Tableland Coastal, cohesive soil, productivity, citrus.

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas cítricas são originárias das regiões úmidas tropicais e subtropicais do continente asiático e ilhas adjacentes, tendo sido cultivadas pioneiramente pelos chineses. Em 1493, na segunda viagem à América, Colombo trouxe sementes de laranjeira, limoeiro e cidreira, que foram plantadas na ilha de Haiti, sendo hoje cultivadas em todo o mundo (MALAVOLTA e VIOLANTE NETTO, 1989).

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de citros, seguido pelos Estados Unidos, Espanha e China. É, também, o maior exportador de suco concentrado, contribuindo com 70% das exportações mundiais. A citricultura está disseminada em quase todo o território brasileiro, com grande importância socioeconômica para diversos estados, a exemplo de São Paulo, Bahia, Sergipe, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que geram em torno de um bilhão de dólares anuais para o país (IBGE, 2001; CENTEC, 2004).

O Estado da Bahia é atualmente o terceiro produtor nacional de citros, perdendo para São Paulo e Sergipe. Embora ocupe posição de relativo destaque, o baixo rendimento dos pomares está relacionado a vários fatores, destacando-se o uso de solos compactados e/ou adensados e de baixa fertilidade, deficiência hídrica, material genético de baixa qualidade, presença de pragas e doenças, falta de associativismo, desinformação generalizada sobre melhores técnicas de cultivo, bem como a falta de recursos por parte dos pequenos produtores (REZENDE, 2002).

Para se desenvolverem bem, as plantas cítricas dependem de alguns requisitos: as condições físicas do solo, por exemplo, são mais importantes do que o pH da solução ou a disponibilidade de nutrientes - que podem ser mais facilmente corrigidos com base na análise de solo e na diagnose foliar (MALAVOLTA e VIOLANTE NETO, 1989). Neste caso, a aeração e a resistência do solo à penetração são os principais fatores que inibem o desenvolvimento das plantas.

Letey et al. (1962) comentam que a água requerida nos processos metabólicos e de transferência das plantas pode ser dificultada pela baixa aeração e/ou pela alta resistência mecânica em solos com densidades elevadas e/ou com pequeno intervalo de água disponível. É bastante conhecido o efeito



provocado pelos veranicos nas plantas com sistema radicular pouco desenvolvido: quando o desenvolvimento dessas plantas é prejudicado pela falta de oxigênio no solo, aumenta a resistência das raízes para extrair água (KRAMER, 1969) e a resistência dos estômatos para transpirá-la (SOJKA e STOLZY, 1980), causando diminuição da absorção de nutrientes e, conseqüentemente, da fotossíntese (LETEY et al., 1962). A transferência de nutrientes das raízes para os tecidos vegetais também requer a energia provida pela respiração das plantas, daí a necessidade de um adequado suprimento de oxigênio para o pleno funcionamento das raízes (RUSSEL, 1981).

Nel e Bennie (1984), citados por Demattê e Vitti (1992), estudando a influência das características físicas de um solo cultivado com laranjeira 'Valência' em pomares da África do Sul, verificaram que há correlação positiva entre o desenvolvimento das árvores e o sistema radicular delas, ou seja, árvores maiores apresentavam distribuição homogênea de seu sistema radicular ao longo do perfil do solo, enquanto árvores menores apresentavam alta porcentagem de raízes restrita à camada superficial. Os autores concluíram que a resistência à penetração e a aeração foram os fatores edáficos que mais influenciaram o crescimento da parte aérea e das raízes das plantas.

Ortolani et al., (1991), avaliando o balanço hídrico climático de regiões citrícolas do estado de São Paulo, constataram que o vigor e a produtividade dos pomares dependem do desenvolvimento radicular das plantas e da disponibilidade hídrica. Ao se depararem com áreas plantadas com citros que apresentavam sistema radicular superficial, especialmente em solos álicos e compactados, perceberam que, com manejos inadequados, as plantas não respondiam à adubação, perdiam o vigor e reduziam drasticamente a produção.

O regime climático predominante no ecossistema Tabuleiros Costeiros, associado a solos com camada coesa (densa), limita algumas das potencialidades desse ecossistema para a agricultura, como, por exemplo, a elevada profundidade real dos solos e a topografia plana a suave-ondulada das glebas. Há mais de 30 anos, Oliveira (1967) e Haynes (1970) já recomendavam a prática da subsolagem para solos de tabuleiros, como forma de romper as camadas adensadas. Para esses autores, tal prática beneficia a estrutura do solo, melhorando a aeração a retenção e disponibilidade de água e a penetração de raízes em profundidade, com reflexos positivos na produção.

Cintra (1997), avaliando a disponibilidade de água para porta-enxertos de citros em solos do ecossistema Tabuleiros Costeiros, comenta que a adaptação das espécies vegetais está condicionada principalmente ao volume e à configuração das raízes e à sua distribuição lateral e em profundidade no solo, pois disso dependem a absorção de ar, água e nutrientes, necessários aos processos metabólicos.

Rocha (2001), ao publicar os resultados da primeira etapa da presente pesquisa sobre os efeitos da subsolagem em LATOSSOLO AMARELO Coeso de Tabuleiros Costeiros e as conseqüências no desenvolvimento do cultivar tangor Murcote, mostrou que tal prática resultou numa melhoria da estrutura do solo e, conseqüentemente, num maior crescimento das plantas. Posteriormente, Rezende et al. (2002), continuando esse mesmo trabalho, constataram maior produtividade dos pomares e melhor qualidade dos frutos.

Considerando que a citricultura é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas no ecossistema dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia, objetivou-se avaliar, seis anos após a instalação do experimento, o crescimento (altura das plantas e diâmetros da copa e do caule), a produtividade (número e peso de frutos por hectare), a queda de frutos e o peso médio dos frutos do cultivar tangor Murcote (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* Osbeck) cultivado em um LATOSSOLO AMARELO Coeso submetido a distúrbios crescentes provocados pela subsolagem. Análises químicas do solo e das folhas foram realizadas para se avaliar o estado nutricional das plantas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Em maio de 1998, o experimento foi instalado na Fazenda Lagoa do Coco, do empresário - fruticultor Rokuro Shibata, localizada no município de Rio Real (Litoral Norte do Estado da Bahia), às margens da BR-101 (Figura 1), distando 202 km de Salvador (e 215 km do município de Cruz das Almas, sede da Escola de Agronomia e da Embrapa Mandioca e Fruticultura), coordenadas geográficas 11°34'25" de latitude sul e 37°52'58" de longitude Oeste de Greenwich, altitude de 182 m, pluviosidade média anual de 960 mm (coordenadas geográficas tomadas com GPS, na sede da fazenda, e dados pluviométricos tirados de CEI, 1994).

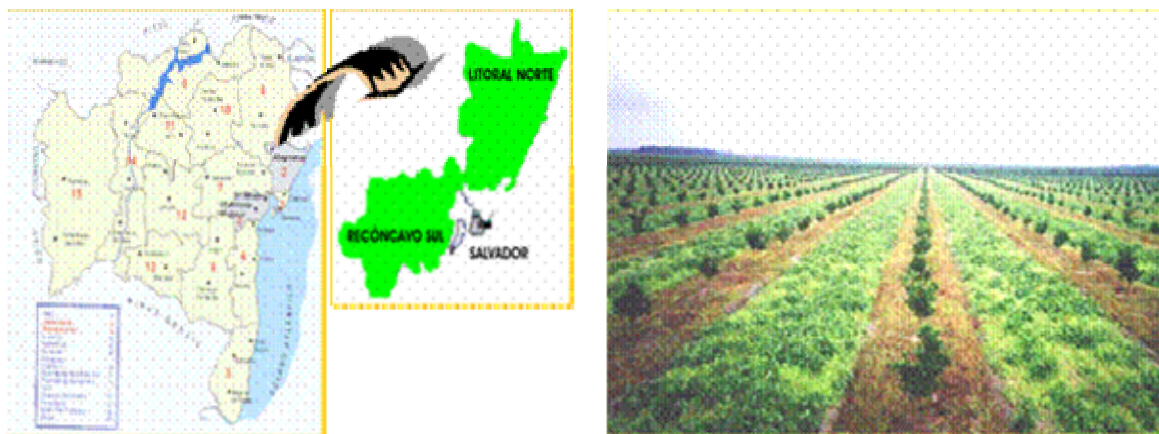


Figura 1 – Localização do experimento (esquerda); vista geral do experimento (direita) iniciado em 1998: tangor 'Murcote' enxertada em limão 'Volkameriano', com espaçamento de 7,0 m x 5,0 m; feijão-de-porco nas entrelinhas de plantio e controle químico do mato nas linhas de plantio com herbicida pós-emergente à base de glifosate. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA.

OBSERVAÇÃO - Os detalhes sobre o solo da área experimental, croqui de campo, delineamento experimental, preparo do solo, correção da acidez do solo, adubação e plantio, foram apresentados no Capítulo 1, páginas 17 a 24.

## 2.2 ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DO CULTIVAR TANGOR MURCOTT

A origem do cultivar tangor Murcote é desconhecida. Acredita-se que seja resultante de um programa de melhoramento do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Suas principais características são: plantas de porte médio, folhas médias, lanceoladas e pontiagudas; frutos achatados, com casca fina e aderente, polpa de cor laranja, textura firme e suco abundante; produtividade média de 200 kg de frutos por planta, destinados ao consumo “in natura” no mercado interno e externo, como também na indústria de sucos (COELHO, 1996).

## 2.3 VARIÁVEIS AVALIADAS

Foram feitas as seguintes avaliações em seis repetições de 12 plantas por tratamento de preparo do solo: crescimento das plantas (altura das plantas, diâmetros da copa e do caule), produtividade (número e peso de frutos por hectare), queda de frutos e peso médio dos frutos.

Para avaliação da altura das plantas, idealizou-se um equipamento composto por um tubo zincado e um vergalhão, ambos com dois metros de comprimento (o vergalhão corre por dentro do tubo zincado) com uma trena presa no topo (Figura 2-A); o diâmetro do caule foi medido com um paquímetro de madeira a partir de 10 cm acima do ponto de enxertia (Figura 2-B); o diâmetro da copa foi medido com o auxílio de uma trena, considerando-se as ramificações ao longo da linha de plantio (Figura 2-C);

Para a avaliação da produtividade, foram computadas duas colheitas na safra agrícola 2001/2002 (16/07/01 e 15/08/01) e uma na safra agrícola 2004/2005 (04/11/2004) - as avaliações têm sido feitas por amostragem -, cujo procedimento é mostrado na (Figura 3).

A análise do solo e a diagnose foliar foram feitas com o propósito de se avaliar o estado nutricional das plantas. Segundo Torres (1996), a avaliação do estado nutricional das planta por meio da diagnose foliar é mais recomendado para culturas perenes, sobretudo para árvores, devido ao longo período de crescimento – o que possibilita corrigir deficiências durante o ciclo de vida das

plantas. Para o autor, apenas a análise de solos objetivando a avaliação do estado nutricional de plantas perenes é menos conveniente devido à dificuldade para se estimar o volume de solo explorado pelas raízes, e porque a massa física das plantas mascara a flutuação da composição dos nutrientes no solo.



Figura 2 – Detalhes da avaliação do **crescimento** das plantas: A) altura das plantas; B) diâmetro do caule; C) diâmetro da copa. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 2004.



Figura 3 – Detalhes da avaliação da **produtividade**: A) contagem dos frutos ; B) pesagem dos frutos. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 2004.

Com tal propósito, foram analisadas amostras de solo coletadas nas profundidades 0-20 e 20-40 cm (Figura 4-A) e amostras de folhas (Figura 4-B) coletadas conforme técnica descrita por Coelho (1996). Tais análises foram feitas de acordo com métodos propostos pela EMBRAPA (1997).



Figura 4 – Detalhes da amostragem do solo (A) e das folhas (B) para a avaliação do estado nutricional das plantas. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 2004.

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi feita de acordo com o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (BRAGA FILHO e GOMES, 1992), sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSAO

### 3.1 SAFRA AGRÍCOLA 2001/2002

As atividades inerentes ao experimento são realizadas de acordo com o cronograma de atividades da Fazenda. A colheita, por exemplo, depende da oportunidade de mercado e de preço. Às vezes, embora os frutos estejam no ponto de colheita, o proprietário prefere aguardar o momento de vender o produto por um preço melhor – e essa espera, segundo ele, compensa inclusive a parte da colheita perdida devido à queda de frutos. No dia da coleta de dados referentes à safra em causa, chamava atenção o número de frutos caídos ao

chão (Figura 5), e que isso não ocorria de forma igual em todos os tratamentos de preparo do solo. Optou-se, então, por avaliar essa perda (queda) de frutos.



Figura 5 – Detalhe de planta com frutos no pé e frutos no chão. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2001/2002.

As figuras 6 e 7 mostram os resultados da **produtividade** – número e peso de frutos por hectare, respectivamente, obtidos com duas colheitas da safra agrícola 2001/2002. Na ocasião não foi feita a avaliação do crescimento das plantas. Para todas as figuras apresentadas, as letras dentro das colunas indicam os resultados do teste de Duncan a 5% de probabilidade. A interpretação desses resultados deve ser feita comparando-se colunas da mesma cor – as que apresentarem letras iguais entre si indicam que tais resultados não diferem significativamente.

### 3.1.1 Efeito do preparo do solo no número de frutos

A figura 6 mostra o número total de frutos (NFT), o número de frutos no pé (NFP) e o número de frutos caídos (NFC) em função dos tratamentos de preparo do solo. Percebe-se que, de uma maneira geral, em valores absolutos, o número de frutos (total e no pé) aumenta com o distúrbio provocado pela subsolagem na

camada densa do solo - é possível que a diminuição da produtividade no tratamento 5 tenha ocorrido devido ao grande distúrbio provocado no solo pela subsolagem cruzada com três hastes, resultando na formação de grandes bolsões de ar no interior do perfil e, conseqüentemente, na redução do contato solo-raiz. Acredita-se que o *acamamento* do solo no transcorrer do tempo, diminuindo o volume desses bolsões de ar, concorra para o aumento da produtividade nesse tratamento.

No que tange ao **número total de frutos** (NFT) - representado na figura 6 pelas colunas azuis -, nota-se que, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, não há diferenças significativas entre os tratamentos 1 e 2, nem entre os tratamentos 2, 3 e 5, e nem entre os tratamentos 3, 4 e 5, porém estes diferem significativamente do tratamento 1; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos do número total de frutos por hectare na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo D): T1=100%, T2=132%, T3=133%, T4=163%, T5=146%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 4; a diferença do número total de frutos produzidos entre os tratamentos 4 e 1 é de 63%.

Quanto ao **número de frutos no pé** (NFP), representado na figura 6 pelas colunas vermelhas, o resultado da análise estatística é idêntico ao do número total de frutos, entretanto, a ordem de grandeza do aumento do número de frutos no pé por hectare em relação ao tratamento 1, tomado como referência, é diferente (veja Anexo D): T1=100%, T2=145%, T3=159%, T4=198%, T5=178%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 4; a diferença do número de frutos no pé entre os tratamentos 4 e 1 é de 98%.

### 3.1.2 Efeito do preparo do solo no peso de frutos

A Figura 7 mostra o peso total de frutos (PFT), o peso de frutos no pé (PFP) e o peso dos frutos caídos ao chão (PFC) em função dos tratamentos de preparo do solo. Nota-se que, semelhantemente ao que ocorreu com o número de frutos, o peso de frutos (total e no pé) por hectare aumenta, em valores absolutos, do tratamento 1 ao tratamento 4, devido aos distúrbios provocados pela subsolagem na camada densa do solo.



Pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, o **peso total de frutos (PFT)** - representado na figura 7 pelas colunas azuis -, não diferiu significativamente entre os tratamentos 2 e 3, nem entre os tratamentos 3, 4 e 5, porém os tratamentos 2,3,4 e 5 diferiram significativamente do tratamento 1; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos do peso total de frutos por hectare na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo D): T1=100%, T2=140%, T3=141%, T4=183%, T5=174%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 4; a diferença de peso total de frutos entre os tratamentos 4 e 1 é de 83%.

Quanto ao **peso de frutos no pé (PFP)**, representado na figura 7 pelas colunas vermelhas, o resultado da análise estatística é idêntico ao do peso total de frutos, entretanto, em relação ao tratamento 1, tomado como referência, a ordem de grandeza do aumento do peso de frutos no pé por hectare é diferente (veja Anexo D): T1=100%, T2=154%, T3=175%, T4=222%, T5=214%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 4; a diferença de peso de frutos no pé entre os tratamentos 4 e 1 é de 122%.

### **3.1.3 Efeito do preparo do solo na queda de frutos**

A figura 8 destaca o significado da queda (perda) de frutos em função do preparo do solo. Pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade, não há diferença significativa entre os tratamentos 1 e 2, nem entre os tratamentos 3, 4 e 5, porém há entre estes e os tratamentos 1 e 2. Percebe-se que a porcentagem do número de frutos caídos (%NFC) decresce do tratamento 1 ao tratamento 5 (veja Anexo D): T1=25%, T2=18%, T3= 10%, T4=9% e T5=8%. Portanto, a perda de frutos no tratamento 1 é, em média, aproximadamente o triplo da observada nos tratamentos 4 e 5, mostrando que o maior distúrbio provocado na camada densa do solo, melhorando sua estrutura, possibilitou maior tempo de retenção do fruto na planta.

### **3.1.4 Efeito do preparo do solo no peso médio dos frutos**

A Figura 9 mostra o efeito do preparo do solo no peso médio dos frutos. Nota-se que, em valores absolutos, tal peso aumenta com o distúrbio provocado

pela subsolagem na camada densa do solo, seguindo praticamente a mesma tendência do número e peso dos frutos.

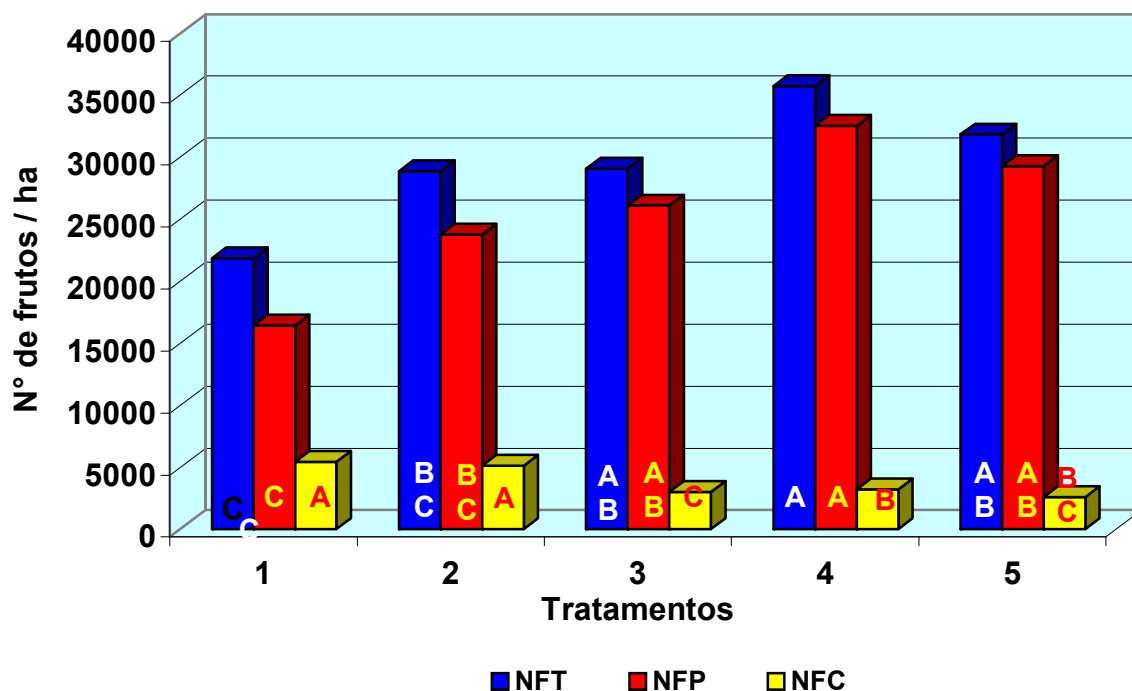


Figura 6 – Efeitos do preparo do solo no **número de frutos**: NFT (número total de frutos) = NFP (número de frutos no pé) + NFC (número de frutos caídos, ou seja, no chão) (colunas de mesma cor apresentando letras iguais entre si indicam que os tratamentos não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade). Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2001/2002.

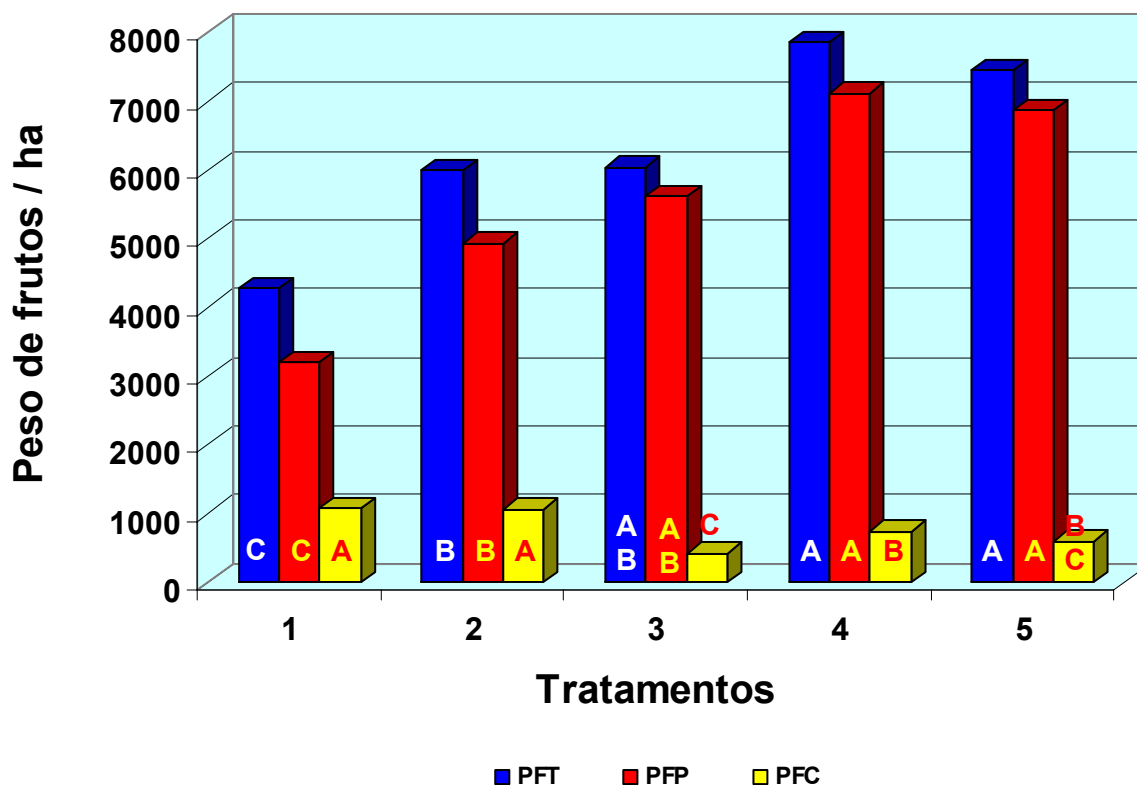


Figura 7 – Efeitos do preparo do solo no **peso de frutos**: PFT (peso total de frutos) = PFP (peso de frutos no pé) + PFC (peso de frutos caídos). Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2001/2002.

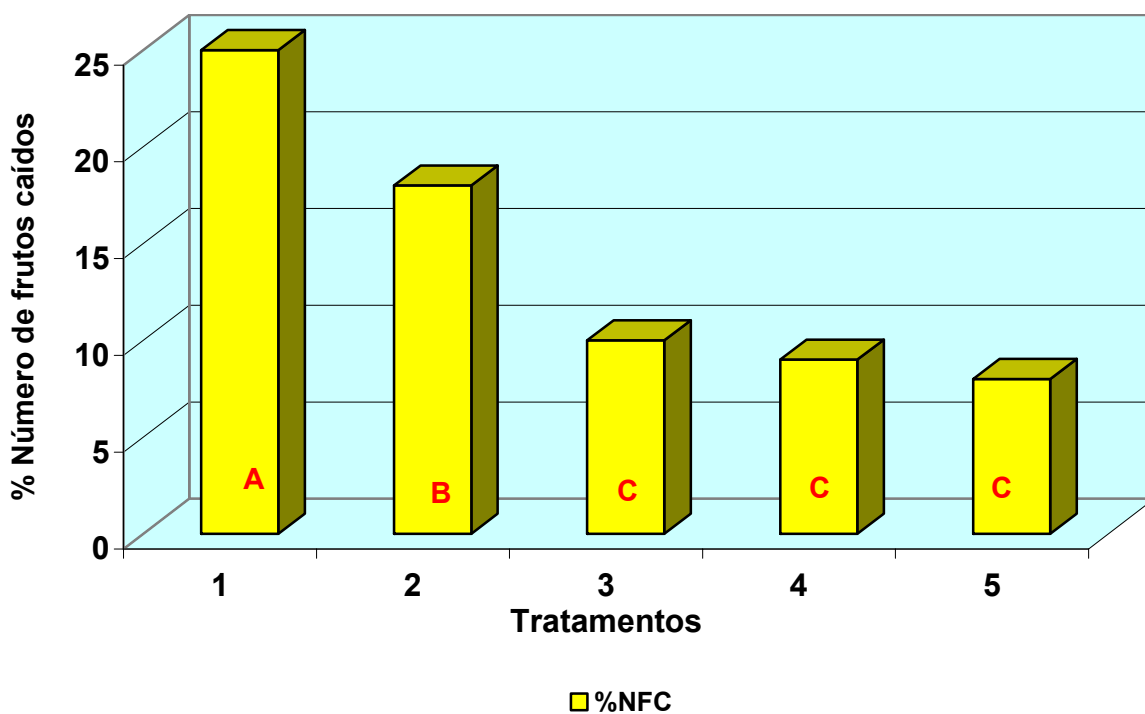


Figura 8 – Efeitos do preparo do solo na queda dos frutos (colunas apresentando letras iguais entre si indicam que os tratamentos não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade). Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2001/2002.

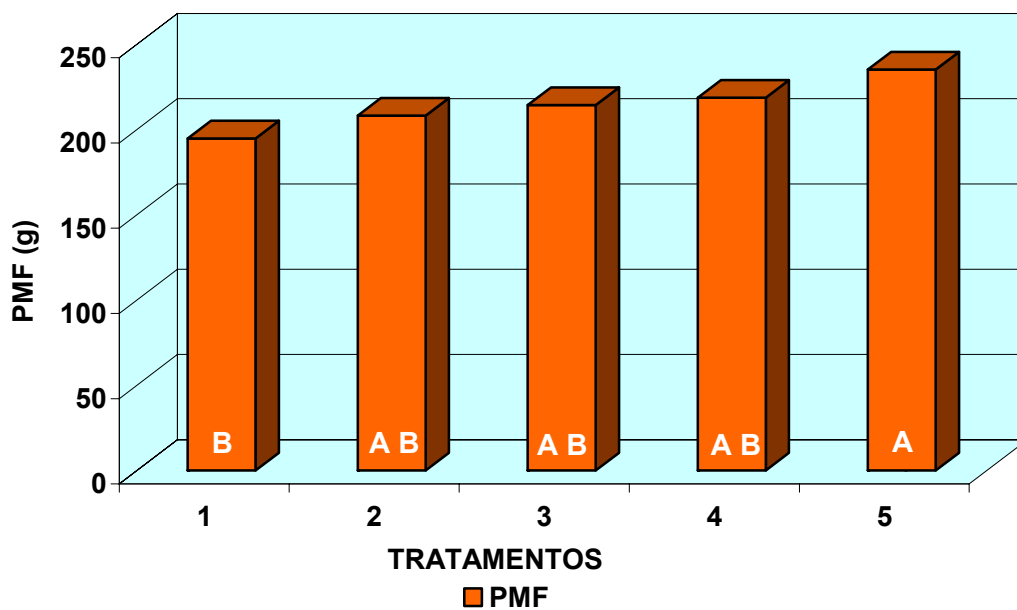


Figura 9 – Efeitos do preparo do solo no peso médio dos frutos (colunas apresentando letras iguais entre si indicam que os tratamentos não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade). Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2001/2002.

Pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, não há diferenças significativas entre os tratamentos 1,2,3 e 4, nem entre os tratamentos 2,3,4 e 5, porém há entre os tratamentos 5 e 1 – indicando que o rompimento da camada densa do solo também favorece a qualidade (tamanho) do fruto; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos do peso médio dos frutos na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo D): T1=100%, T2=107%, T3=110%, T4=112%,T5=120%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 5; a diferença de peso médio de frutos entre os tratamentos 5 e 1 é de 20%.

### 3.2 SAFRA AGRÍCOLA 2004/2005

#### 3.2.1 Efeito do preparo do solo no crescimento das plantas

A Figura 10 mostra o resultado dos efeitos dos tratamentos de preparo do solo no **crescimento** das plantas (altura da planta e diâmetros da copa e do caule). As medidas menos precisas são de altura das plantas e a do diâmetro da copa, devido à dificuldade de avaliá-las com exatidão. Nota-se que, de uma maneira geral, em valores absolutos, o crescimento das plantas aumenta do tratamento 1 ao 4 – seguindo a mesma tendência da influência do preparo do solo na produtividade da safra 2001/2002.

No que concerne à **altura de plantas** (colunas azuis da figura 10), a análise estatística mostra que todos os tratamentos diferem significativamente entre si; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos de altura de plantas na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo F): T1=100%, T2=102%, T3=106%, T4=111%, T5=107%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 4; a diferença de altura de plantas entre os tratamentos 4 e 1 é de 11%.

Para **diâmetro da copa** (colunas amarelas), não há diferenças significativas entre os tratamentos 1, 2 e 3, porém há entre estes e os tratamentos 4 e 5, que diferem significativamente entre si; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram

aumentos do diâmetro da copa na seguinte ordem de grandeza: (veja Anexo F): T1=100%, T2=103%, T3=104%, T4=117%, T5=109%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 4; a diferença de diâmetro da copa entre os tratamentos 4 e 1 é de 17%.

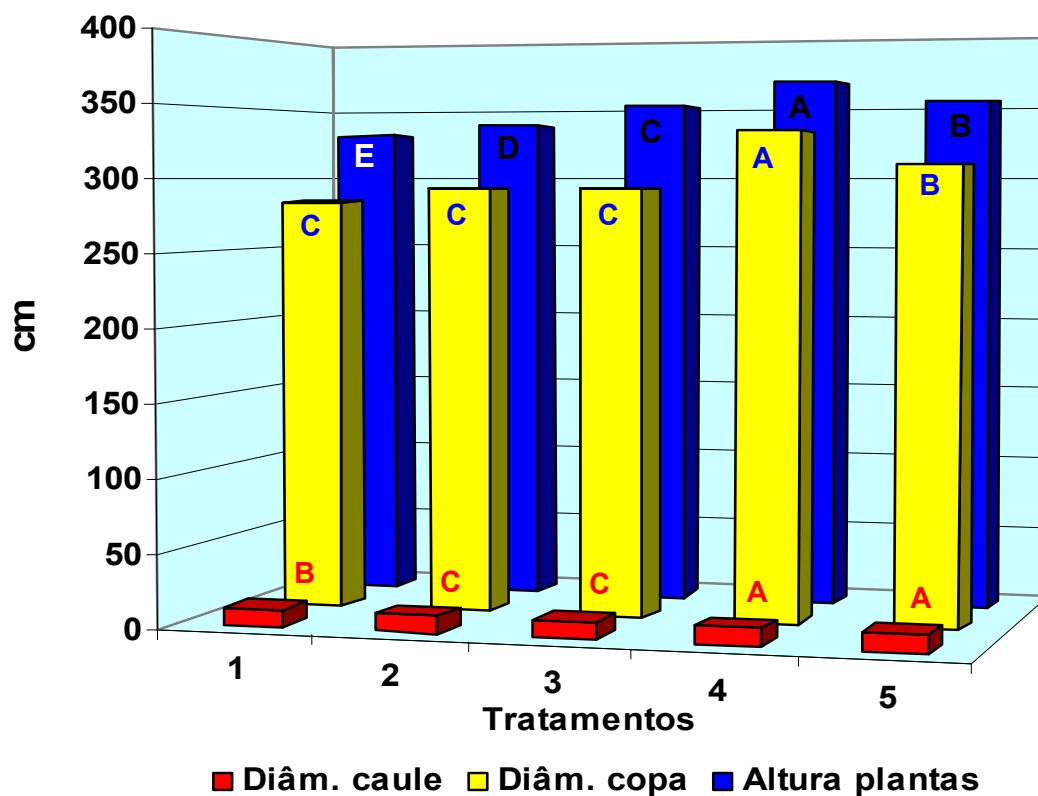


Figura 10 - Efeitos do preparo do solo no **crescimento** das plantas (altura e diâmetros da copa e do caule) (colunas de mesma cor apresentando letras iguais entre si indicam que os tratamentos não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade); Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2004/2005.

Quanto ao **diâmetro do caule**, não há diferença significativa entre os tratamentos 2 e 3, nem entre os tratamentos 4 e 5, porém há entre estes e os tratamentos 2 e 3, assim como entre os tratamentos 2, 3, 4 e 5 e o tratamento 1; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos de diâmetro do caule na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo F): T1=100%, T2=101%, T3=103%, T4=107%, T5=108%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 5; a diferença de diâmetro do caule entre os tratamentos 5 e 1 é de 8%.

### 3.2.2 Efeito do preparo do solo na produtividade

As Figuras 11 e 12 mostram, respectivamente, o resultado dos efeitos do preparo do solo no número total de frutos (NFT) e no peso total de frutos (PFT), na safra agrícola 2004/2005. No que tange ao número total de frutos (Figura 11) nota-se que, do ponto de vista da estatística, não há diferenças significativas entre os tratamentos 1 e 2, nem entre os tratamentos 2, 3 e 4, e nem entre os tratamentos 3, 4 e 5, porém estes diferem significativamente do tratamento 1; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos do número total de frutos por hectare na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo F): T1=100%, T2=150%, T3=233%, T4=266%, T5=344%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 5; a diferença do número total de frutos entre os tratamentos 5 e 1 é de 244% (convém lembrar que se trata apenas de uma colheita da safra 2004/2005, pois, até o momento da apresentação deste trabalho, os frutos restantes não estavam no ponto de maturação para serem colhidos).

A figura 12 mostra que o efeito dos tratamentos de preparo do solo no **peso total de frutos**. Pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, não há diferenças significativas entre os tratamentos 1, 2 e 3, nem entre os tratamentos 2, 3 e 4, e nem entre os tratamentos 3, 4 e 5, porém há entre os tratamentos 4 e 5 e o tratamento 1; em relação ao tratamento 1, tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram aumentos do peso total de frutos por hectare na seguinte ordem de grandeza (veja Anexo F): T1=100%, T2=170%, T3=264%, T4=317%, T5=407%; em números absolutos, o melhor tratamento é o 5; a diferença do número total de frutos entre os tratamentos 5 e 1 é de 307%.

Analisando-se conjuntamente os dados referentes ao **crecimento** das plantas e à **produtividade**, percebe-se que os distúrbios causados na camada densa do solo - melhorando a penetração radicular, assim como, por inferência, a circulação de ar, água e nutrientes no perfil do solo -, tornam as plantas mais desenvolvidas, produtivas e, possivelmente, mais longevas (os efeitos do preparo do solo na longevidade das plantas só poderão ser avaliados com um tempo maior de pesquisa).

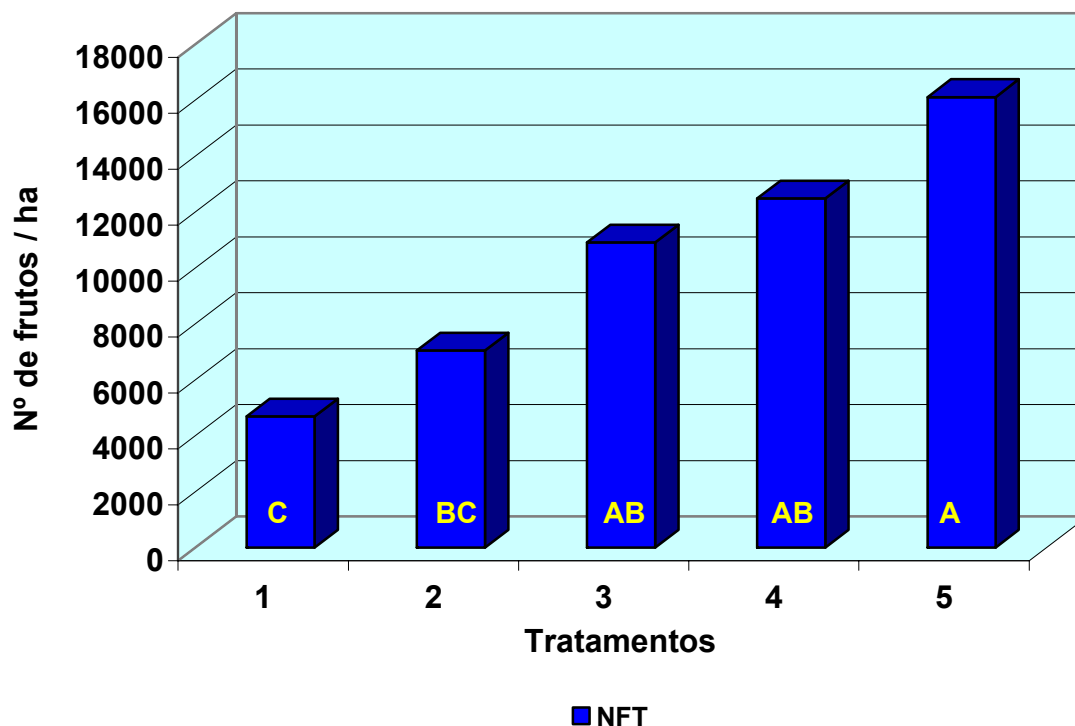


Figura 11 – Efeitos do preparo do solo no número total de frutos (NFT) (colunas apresentando letras iguais entre si indicam que os tratamentos não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade). Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2004/2005.

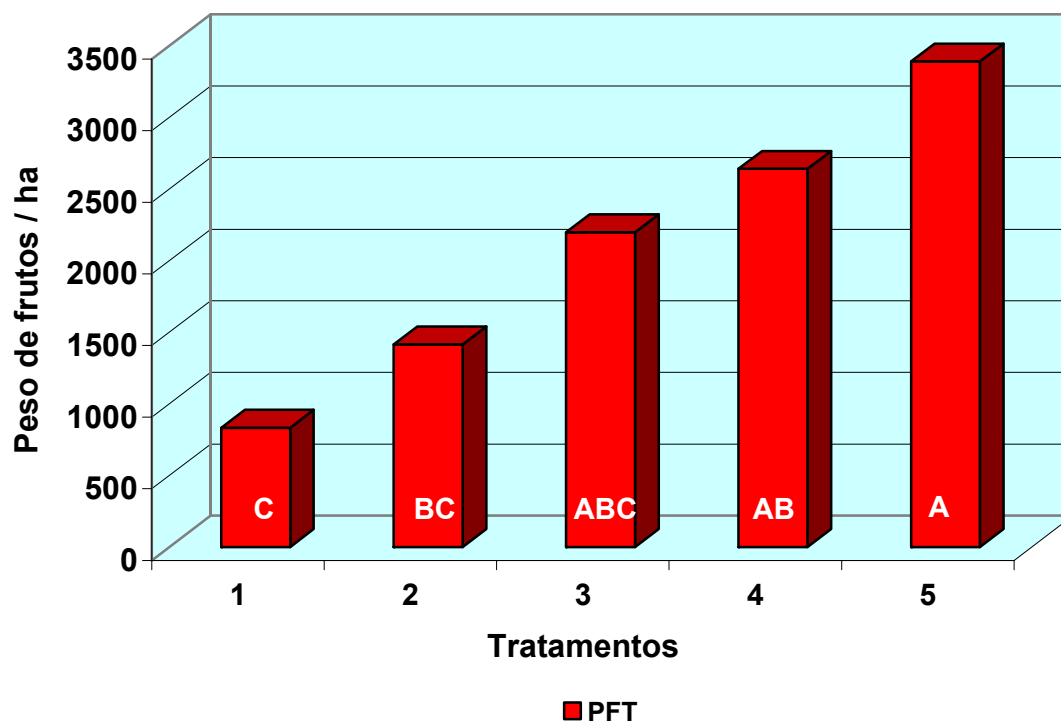


Figura 11 – Efeitos do preparo do solo no peso de frutos (PFT) (colunas apresentando letras iguais entre si indicam que os tratamentos não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade). Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, safra 2004/2005.

### 3.3 ESTADO NUTRICIONAL DAS PLANTAS

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se, respectivamente, os resultados das análises químicas do solo e das folhas, por tratamento, e, na Tabela 3, o resumo da **interpretação** desses resultados, inclusive em relação ao estado nutricional das plantas. Para a interpretação da análise do solo, foram utilizadas, como referências, Raij (1985) e COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (1989), e para a análise foliar uma tabela de dados (não publicada) adaptada de vários autores por A. F. J. Magalhães, co-orientadora deste trabalho (veja Anexos A e B).

Relacionando-se os dados da análise do solo (Tabela 1) com informações apresentadas por Malavolta e Violante Netto (1989)<sup>2</sup>, entende-se que, de uma maneira geral, o pH, os teores de alumínio (Al), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e a saturação por bases (V%) são considerados adequados para os citros; os teores de fósforo (P), na maioria dos casos, estão aquém da faixa ideal e os teores de hidrogênio (H), com raras exceções, estão acima do ideal. Entretanto, em que pese os teores de cálcio e magnésio no solo serem considerados adequados, na planta (Tabelas 2 e 3) os teores de cálcio estão **baixos** e os de magnésio **deficientes**; se no solo os teores de fósforo estão aquém da faixa ideal, nas folhas variam de **ótimo a alto**.

Tal fato se deve, possivelmente, ao que explica Torres (1996), ou seja, “a avaliação do estado nutricional das planta por meio da diagnose foliar é mais recomendado para culturas perenes, sobretudo para árvores, devido ao longo período de crescimento – o que possibilita corrigir deficiências durante o ciclo de vida das plantas; apenas a análise de solos objetivando a avaliação do estado nutricional de plantas perene é menos conveniente devido à dificuldade para se estimar o volume de solo explorado pelas raízes e porque a massa física das plantas mascara a flutuação da composição dos nutrientes no solo”.

---

<sup>2</sup> Malavolta e Violante Netto (1989) propõem as seguintes condições ideais para as plantas cítricas: pH em água, em torno de 6,0; P, 16 a 40 mgdm<sup>-3</sup>; K, 0,16 a 0,30 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>; Mg, 0,5 a 0,8 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>; saturação por bases (V%), 51 a 70; Ca, 40% da CTC; H, 28% da CTC e Al, 2% da CTC.



Tabela 1- Resultados das análises químicas do solo, por tratamento. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 2004

Trat.	Prof. cm	pH H <sub>2</sub> O	M.O g/kg	P mg/ dm <sup>3</sup>	Ca <sup>1</sup>	Mg	K	Na	H <sup>2</sup>	Al	S	CTC	V %
1	0-20	6,2	11,0	6,7	4,35	1,04	0,23	0,07	2,02	0,00	5,70	7,72	73,3
	20-40	5,8	4,07	10,7	1,90	0,78	0,16	0,05	1,72	0,05	2,91	4,52	63,5
2	0-20	6,0	11,5	60,0	2,95	2,60	0,16	0,06	2,48	0,00	4,15	6,63	62,5
	20-40	5,5	2,86	12,5	1,35	0,85	0,16	0,05	2,44	0,03	2,46	4,93	49,9
3	0-20	5,7	6,87	60,0	1,88	0,82	0,21	0,06	2,55	0,00	3,85	6,40	59,8
	20-40	5,8	2,24	17,3	2,57	0,82	0,16	0,04	2,11	0,04	2,47	4,87	53,7
4	0-20	6,4	5,66	55,4	3,14	0,88	0,25	0,06	1,71	0,00	4,31	6,89	74,5
	20-40	5,9	3,67	12,3	1,93	0,85	0,21	0,05	1,61	0,03	2,72	4,66	65,4
5	0-20	6,1	3,44	6,79	1,42	0,90	0,12	0,02	1,45	0,02	2,49	3,94	63,3
	20-40	5,6	1,34	11,5	1,28	0,72	0,24	0,05	1,93	0,03	2,29	4,15	54,9

<sup>1</sup> % de cálcio no solo em relação à CTC: **profundidade de 0-20 cm:** T1 = 56,35, T2 = 44,49, T3 = 29,37, T4 = 45,47 e T5 = 36,04; **profundidade de 20-40 cm:** T1 = 42,04, T2 = 27,38, T3 = 52,77, T4 = 41,41 e T5 = 30,84.

<sup>2</sup> % de hidrogênio no solo em relação à CTC: **profundidade de 0-20 cm:** T1 = 26,17, T2 = 37,40, T3 = 39,84, T4 = 24,81 e T5 = 36,80; **profundidade de 20-40 cm:** T1 = 38,05, T2 = 49,49, T3 = 43,32, T4 = 41,41 e T5 = 30,84.

Tabela 2 – Resultados das análises químicas das folhas, por tratamento. Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA, 2004

Trat.	Macronutrientes					Micronutrientes				
	N	K	Ca	Mg	P	B	Cu	Fe	Mn	zn
	gkg <sup>-1</sup>				mgkg <sup>-1</sup>	mgkg <sup>-1</sup>				
1	26,6	11,5	29,1	6,4	1,7	94,3	61,5	298,7	40,2	18,9
2	27,5	10,7	27,1	6,0	2,0	87,7	60,8	241,8	28,7	11,4
3	28,5	11,7	24,9	6,1	2,0	96,7	78,5	191,8	28,3	16,2
4	26,8	11,2	28,3	5,8	2,0	94,7	62,1	209,5	33,7	19,2
5	28,8	13,8	24,2	5,9	1,8	77,7	82,2	200,5	25,7	27,2

Tabela 3 – Interpretação<sup>3</sup> das análises químicas do solo e das folhas, por tratamento (Trat.), em relação ao **estado nutricional** das plantas. Fazenda Lagoa do Coko, Rio Real-BA, 2004

Variável	No solo										Na planta				
	Trat. 1		Trat. 2		Trat. 3		Trat. 4		Trat. 5		Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5
	0 -20	20 -40	0 -20	20 -40	0 -20	20 -40	0 -20	20 -40	0 -20	20 -40	1	2	3	4	5
<b>N</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	A	O	O
<b>P</b>	B/M	M	A	M	A	M/A	A	M	B/M	M	O	A	A	A	A
<b>K</b>	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	M/A	A	M/A	M/A	A	A	B/O	B/O	B/O	O
<b>Ca</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B/O	B
<b>Mg</b>	M/A	M	A	M	M	M	M	M	M	M	D	D	D	D	D
<b>V %</b>	A	M	M	M	M	M	A	M	M	M	-	-	-	-	-
<b>pH</b>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	-	-	-	-	-
<b>B</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	O	O	O
<b>Cu</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	E	E	E	E
<b>Fe</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	E	E	E	E
<b>Mn</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	O	O	O
<b>Zn</b>											B	D	D	B	A

<sup>3</sup> **Interpretação:** A = alto; B = baixo; D = deficiente; E = excessivo; M = médio; O = ótimo; B/M = baixo a médio; B/O = baixo a ótimo; M/A = médio a alto.

No que tange aos micronutrientes, os teores de boro (B) e manganês (Mn) estão adequados (ótimos), os de cobre (Cu) e ferro (Fe) são considerados excessivos e os de zinco (Zn) variam de baixo a deficiente.

Normalmente, na Fazenda Lagoa do Coco, faz-se o monitoramento do estado nutricional das plantas por meio de análises de solo e de folhas. Portanto, as informações ora apresentadas serão úteis para corrigir os problemas detectados.

Considerando que os problemas de natureza química, supracitados, ocorreram de forma generalizada, isto é, em todos os tratamentos, entende-se que não houve influência unidirecional do estado nutricional das plantas nos efeitos do preparo do solo no desenvolvimento do cultivar avaliado.

Finalizando, diante do que foi apresentado nos Capítulos 1 e 2 deste trabalho, comprova-se que o sistema radicular das plantas exerce um papel fundamental no crescimento e na produtividade dos citros – confirmando informação de Tinker (1981) de que “há uma relação direta, positiva e estreita entre o desenvolvimento do sistema radicular, o volume da copa e a produção agrícola; embora o desenvolvimento 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, prejudicando o crescimento e o desenvolvimento das plantas, com reflexos negativos na produtividade agrícola”. Cahoon et al., (1960) citados por Moreira (1992), encontraram correlação positiva ( $r = 0,93$ ) entre a quantidade de raízes existente nos primeiros 90 cm de profundidade do solo e a produtividade.

#### **4. CONCLUSÃO**

Os distúrbios crescentes causados pela subsolagem na camada densa do solo, melhorando sua estrutura e, por conseqüência, a circulação de ar, água e nutrientes no perfil do solo, favorece o crescimento das plantas, a produtividade, a retenção do fruto na planta, o peso médio dos frutos e, possivelmente, a longevidade dos pomares (que só poderá ser avaliada com um tempo maior de pesquisa). Até o momento, em números absolutos, os melhores tratamentos de preparo do solo foram o T4 (subsolagem com três hastes nas linhas de plantio) e

o T5 (subsolagem cruzada, com três hastes, nas linhas de plantio). Em relação ao tratamento 1 (sem subsolagem), tomado como referência, os demais tratamentos de preparo do solo proporcionaram **aumentos** no crescimento das plantas, na produtividade e no peso médio dos frutos - e **diminuição** na queda de frutos-, na seguinte ordem de grandeza (o estado nutricional das plantas não interferiu de forma unidirecional nesses resultados):

**Crescimento das plantas:**

**Altura:** T1=100%, T2=102%, T3=106%, T4=111%, T5=107%

**Diâmetro da copa:**T1=100%, T2=103%, T3=104%, T4=117%, T5=109%

**Diâmetro do caule:**T1=100%,T2=101%, T3=103%, T4=107%, T5=108%

**Produtividade e queda de frutos (safra 2001/2002):**

**Número total de frutos/ha:**T1=105, T2=132%, T3=133%, T4=163%,  
T5=146%

**Número de frutos no pé/ha:**T1=100%, T2=145%, T3=159%, T4=198%,  
T5=178%

**Número de frutos caídos/ha:** T1=25%, T2=18%, T3= 10%, T4=9%,  
T5=8% (a perda de frutos no tratamento 1 foi aproximadamente o triplo da observada nos tratamentos 4 e 5, mostrando que a subsolagem possibilita maior tempo de retenção dos frutos na planta).

**Produtividade (safra 2004/2005):**

**Número total de frutos/ha:** T1=100%, T2=150%, T3=233%, T4=266%,  
T5=344%

**Peso total de frutos/ha:** T1=100%, T2=170%, T3=264%, T4=317%,  
T5=407%

**Peso médio dos frutos (safra 2001/2002):**

T1=100%, T2=107%, T3=110%, T4=12%, T5=120%

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA FILHO, J. M.; GOMES, J. M. **SAEG manual**. Viçosa: UFV/FUNARB, Divisão de Informática. 1992, 100p.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES - CEI, (BA). **Informações básicas dos Municípios Baianos**: Litoral Norte. Salvador: CEI, 1994. 440p.

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.

COELHO, Y. da S.; Tangerina para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 42p. (**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 / NITROFÉRTIL, 1989. 173p.

DEMATTE, J.L.I.; VITTI, G. C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS. 2., 1992, Bebedouro, **Anais**...Campinas: Fundação Cargil, 1992. p.67-88.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura de do Abastecimento, 1997. 221p.

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

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 julho 2004.

KRAMER, P. J. **Planta and soil water relationship: a modern synthesis**. New York: Mac Graw-Hill, 1969. 482p.

LETEY, J. et al. Influence of soil oxygen on growth and mineral concentration of barley. **Agronomy journal**, Madison, n.54, p.538-540, 1962.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. - **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS. 1989. 153p.

MOREIRA, C. S. O Sistema Radicular das Plantas Cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro, **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1992. p. 182-186.

OLIVEIRA, L. B. O estudo físico do solo e a aplicação racional de técnicas conservacionistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.2, p 281-285, 1967.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura Brasileira**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991. v.1, p.153-195.

PRODUTOR DE CITROS / Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC). – 2. ed. rev. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha; **Ministério da Ciência e Tecnologia**, 2004. 64p

RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, SP: IAC, 1985. (Boletim técnico 100).

REZENDE, J. de O. et al., **Citricultura nos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros**: análise e sugestões. Salvador: SEAGRI / SPA, 2002. 97p. il. (Série estudos agrícolas, 3).

ROCHA, E.S.; Efeitos da subsolagem e da correção da acidez em Latossolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros e conseqüências no comportamento de limão Tahiti e tangor Murcott, 2001. 169p. (**Tese de Mestrado em Ciências Agrárias**) pela Escola de Agronomia da UFBA, Cruz das Almas, Bahia, 2001.

RUSSEL, R. S. Plant root-systems. Their function and interation with the soil. In: RUSSEL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. **The soil/root system in relation to the Brazilian Agriculture**. Londrina: IAPAR, 1981. p.3-19.

SOJKA, R. E.; STOLZY, L. H. Soil-oxygen effects on stomatal response. **Soil science**, Baltimore, n.130, p.350-358, 1980.

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.

TORRES, R. M. Adubação de citros no México. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO, 5., 1996, Bebedouro, **Anais...**Campinas: Fundação Cargil, 1996. p. 15-25.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é o resultado parcial de um projeto de pesquisa intitulado *Efeitos da Subsolação em solo Coeso de Tabuleiros Costeiros e conseqüências no desenvolvimento dos citros*, de natureza interinstitucional e interdisciplinar, iniciado em maio de 1998, envolvendo a Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (AGRUFBA), a Embrapa Mandioca e Fruticultura, a Fazenda Lagoa do Coco e a Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia (SEAGRI-BA), por intermédio da Empresa Baiana de Desenvolvimento agrícola S.A. (EBDA).

Nesses quase sete anos de atividade no campo, muito se tem aprendido sobre o cultivo dos citros no ecossistema Tabuleiros Costeiros, particularmente no que diz respeito ao manejo dos solos coesos. A experiência adquirida com esse projeto e os resultados até agora alcançados contribuiu muito para a concepção do atual *Programa de Revitalização da Citricultura do Estado da Bahia (BAHIACITROS)*, lançado recentemente pelo Governo do Estado e posto em prática pela SEAGRI. Trata-se de um programa de inclusão social, voltado para mini, pequenos e médios produtores (cujas áreas cultivadas com citros sejam iguais ou inferiores a 20 ha), com os seguintes objetivos para o período 2005/2007: implantação, renovação e recuperação de 4 800 ha, 6 000 ha e 9 000 ha de pomares, respectivamente; subsolação (**gratuita**) em 15 000 ha; calagem e gessagem, (**gratuita**, 1 000 kg/ha de calcário e 500 kg/ha de gesso), em 15 000 ha; implantação de unidades de reservas de leguminosas (destinadas à proteção e recuperação do solo) em 16 ha; capacitação de 60 técnicos (20 técnicos por ano); capacitação de 2250 produtores (30 encontros técnicos por ano); assistência técnica continuada a 4 500 produtores; instalação de três biofábricas, visando à obtenção de material propagativo limpo destinado aos citricultores.

Os que participam dessa pesquisa e, conseqüentemente, do Programa BAHACITROS, sentem-se honrados em contribuir para tão nobre causa.



## **ANEXOS**

## ANEXO A

Tabela 1 - Padrões de fertilidade do solo\* para fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), Magnésio (Mg), cálcio + magnésio (Ca + Mg), alumínio (Al), matéria orgânica (M. Org.) e saturação por bases (V%).

Determinações		Faixas <sup>1</sup>					
		MB	B	M	M/A	A	MA
P <sup>2</sup>	(mgkg <sup>-1</sup> )	-	0 – 6	7 – 13	14 – 20	> 20	-
K <sup>2</sup>	(mgkg <sup>-1</sup> )	0-30	31-60	-	61-90	> 90	-
K <sup>2</sup>	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>1</sup> )	0,08	0,08-0,15	0,16-0,23	-	> 0,23	-
Ca+Mg <sup>3</sup>	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>1</sup> )	-	< 2	2-4	-	> 4	-
Ca <sup>4</sup>	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>1</sup> )	-	< 0,3	0,3-0,7	-	> 0,7	-
Mg <sup>2</sup>	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>1</sup> )	-	< 0,4	0,5-0,8	-	> 0,8	-
Al <sup>2</sup>	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>1</sup> )	-	< 0,4	0,4-1,0	-	> 1,0	-
M.Org <sup>2</sup>	(%)	-	< 1,5	1,5-3,0	-	> 3,0	-
V <sup>4</sup>	(%)	0-25	26-50	50-70	-	70-90	> 90

<sup>1</sup> Faixas: MB = Muito baixo; B = Baixo; M = Médio; M/A = Médio alto; A = Alto; MA = Muito alto.

Tabela 2 – Padrões de fertilidade do solo\* para pH (em água) do solo.

pH <sup>3</sup> água	Reação do solo						
	Acidez elevada	Acidez média	Acidez fraca	Neutro	Alcalinidade fraca	Alcalinidade média	Alcalinidade elevada
	< 5,0	5,1 – 6,0	6,1 – 6,9	7,0	7,1 – 7,4	7,5 – 7,9	> 8

\* Fontes: <sup>2</sup> Embrapa Mandioca e Fruticultura (folheto de análise de solo adquirido no laboratório); <sup>3</sup> COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO (1989); <sup>4</sup> Rajj (1985).

## ANEXO B

Tabela 1 – Padrões para macronutrientes nas folhas.

Macronutrientes		Faixas (gkg <sup>-1</sup> )				
		Deficiente	Baixo	Ótimo	Alto	Excessivo
N	F*	< 20	20 - 22	23 - 27	28 - 30	> 30,0
	NF*	< 22	22 - 23	24 - 26	27 - 28	> 28
	NF	< 0,9	0,9 - 1,1	1,2 - 1,6	1,7 - 2,9	> 3,0
K	F	< 7	7 - 11	12 - 17	18 - 23	> 23
	NF	< 7,0	7 - 11	12 - 17	18 - 23	> 23
Ca	F	< 15	15 - 29	30 - 45	46 - 69	> 69
	NF	< 16	16 - 29	30 - 55	56 - 69	> 70
Mg	F	< 20	20 - 29	30 - 49	50 - 70	> 70
	NF	< 16	16 - 25	26 - 60	70 - 110	> 110
S	F	< 1,4	1,4 - 1,9	2,0 - 3,9	4 - 6	> 6
	NF	-	-	-	-	-

Tabela 2 – Padrões para micronutrientes nas folhas.

Micronutrientes		Faixas (mgkg <sup>-1</sup> )				
		Deficiente	Baixo	Ótimo	Alto	Excessivo
B	F*	< 20	20 - 35	36 - 100	101 - 200	> 200
	NF*	-	-	-	-	-
Cu	F	< 3,6	3,6 - 4,9	5,0 - 12	13 - 20	> 20
	NF	< 3,6	3,6 - 4,9	5,0 - 16	17 - 22	> 22
Fe	F	< 35	35 - 49	50 - 120	121 - 200	> 200
	NF	< 36	36 - 59	60 - 120	130 - 200	> 200
Mn	F	< 18	18 - 24	25 - 49	50 - 500	> 500
	NF	< 16	16 - 24	25 - 200	300 - 500	> 500
Mo	F	< 0,05	0,05 - 0,09	0,1 - 1,0	1,1 - 5,0	> 5,0
	NF	-	-	-	-	-
Zn	F	< 18	18 - 24	25 - 49	50 - 200	> 200
	NF	< 16	16 - 24	25 - 100	100 - 200	> 200

\* F = ramos com frutos; NF = ramos sem frutos.

**Fonte:** Adaptado de Malavolta e Violante Netto (1989) e do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para citros, por A.F.J.Magalhães (não publicado).

## ANEXO C

Tabela 1 - Análise da variância para número de frutos no pé (NFP), peso de frutos no pé (PFP), número de frutos caídos (NFC), peso de frutos caídos (PFC), número total de frutos (NFT) e peso total de frutos (PFT), referente à safra 2001/2002

QMS							
F.Variação	GL	NFP	PFP	NFC	PFC	NFT	PFT
Tratamento	4	99.7040	26652.8	962.0114	876.3790	2373.904	0,015109
Bloco	5	5.3944	844.5330	89.96605	169.7528	136.3634	751559.1
Resíduo	20	15.664*	3570.20*	50.3624*	105.3252*	372.966*	202392*
C.V	-	12.21	25.65	12.06	31.42	12.21	25.65

Tabela 2 – Teste de Duncan a 5% de probabilidade para número de frutos no pé (NFP), peso de frutos no pé (PFP), número total de frutos (NFT), peso total de frutos (PFT) e peso médio de frutos (PMF), referente à safra 2001/2002.

TRAT	NFP	PFP	NFT	PFT	PMF
<b>1</b>	689 5000 C	134 4000 C	16 416,65 C	3 199,99 C	193,26 B
<b>2</b>	997 1667 BC	207 2500 B	23 742,04 BC	4 934,52 B	209,27 AB
<b>3</b>	1095 6670 AB	235 9000 AB	26 087,28 AB	5 616,66 AB	214,86 AB
<b>4</b>	<b>1366 1670 A</b>	<b>298 9000 A</b>	<b>32 527,75 A</b>	<b>7 116,66 A</b>	<b>218,60 AB</b>
<b>5</b>	1228 5000 AB	<b>288 0667 A</b>	<b>29 249,97 AB</b>	<b>6 858,72 A</b>	<b>236,24 A</b>

Tabela 3 – Teste de Duncan a 5% de probabilidade para número de frutos caídos (NFC), peso de frutos caídos (PFC), porcentagem do número de frutos caídos (%NFC) e porcentagem do peso de frutos caídos, referente à safra 2001/2002

TRAT	NFC	PFC	% NFC	% PFC
<b>1</b>	5 424,60 <b>A</b>	6 7255 <b>A</b>	24 8841 <b>A</b>	25 5836 <b>A</b>
<b>2</b>	5 103,17 <b>A</b>	6 6628 <b>A</b>	18 0036 B	17 9792 B
<b>3</b>	1 952,38 C	4 1900 C	10 0676 C	7 1539 C
<b>4</b>	3 202,38 B	5 5756 B	8 7677 C	9 0449 C
<b>5</b>	2 575,39 BC	5 0049 BC	8 1932 C	8 0816 C

## ANEXO D

Tabela 1 – Efeitos do preparo do solo (em valores absolutos e relativos) no número total de frutos (NFT), número de frutos no pé (NFP) e número de frutos caídos (NFC), referentes à safra 2001/2002.

Tratamentos	NFT	% NFT	NFP	%NFP	NFC	%NFC
1	21842	100	16417	100	5425	24,8
2	28845	132	23742	144,6	5103	17,7
3	29075	133	26087	158,9	2988	10,27
4	35730	163	32528	198,1	3202	8,97
5	31825	146	29250	178,1	2575	8,09

Tabela 2 – Efeitos do preparo do solo (em valores absolutos e relativos) no peso total de frutos (PFT= kg/ha), peso de frutos no pé (PFP = kg/ha), peso de frutos caídos (PFC = kg/ha) e peso médio de frutos (g), referentes à safra 2001/2002

Tratamentos	PFT	% PFT	PFP	%PFP	PFC	%PFC	PMF	%
1	4277	100	3200	100	1077	25,18	195	100
2	5992	140	4935	154,2	1057	17,6	208	107
3	6035	141	5617	175,5	418	7,0	215	110
4	7857	183	7117	222,4	740	9,4	219	112
5	7455	174	6859	214,3	596	8,0	234	120

## ANEXO E

Tabela 1 – Análise da variância para altura de plantas, diâmetros da copa e do caule, número total de frutos (NFT) e peso total de frutos (PFT), referente à safra 2004/2005

QMS						
F. Variação	GL	ALTURA	DCOPA	DCAULE	NFT	PFT
Tratamento	4	0.1398	0.2344	1.0834	155.1025	11808.37
Bloco	5	0.002491	0.001087	0.0006321	13.6617	1981.779
Resíduo	20	0.00387**	0.01073*	0.03198*	26.0588*	2827.483*
C.V	-	1.78	3.43	1.50	25.85	49.26

Tabela 2 – Teste de Duncan a 5% de probabilidade para altura das plantas e diâmetros da copa e do caule, referente à safra 2004/2005

TRATAMENTOS	ALTURA	DIÂM. COPA	DIÂM. CAULE
1	3.2992 E	2.8781 C	12.0970 B
2	3.3891 D	2.8920 C	11.4440 C
3	3.4887 C	2.8766 C	11.5486 C
4	3.6862 A	3.3106 A	12.3250 A
5	3.5803 B	3.1415 B	12.3281 A

Tabela 3 – Teste de Duncan a 5 % de probabilidade para número total de frutos (NFT) e peso total de frutos (PFT), referente à safra 2004/2005

TRATAMENTOS	NFT	PFT
1	196 8333 C	55 4667 C
2	295 833 BC	76 667 BC
3	458 1667 AB	109 6333 ABC
4	524 000 AB	129 3000 AB
5	676 5000 A	168 6167 A

## ANEXO F

Tabela 1 - Efeitos do preparo do solo (em valores absolutos e relativos) na altura de plantas e diâmetros da copa e do caule, referentes à safra 2004/2005

Tratamentos	Altura (cm)	%	Diâm. caule (cm)	%	Diâm. Copa (cm)	%
1	331,1	100	283,8	100	11,4	100
2	338,1	102	293,7	103	11,6	101
3	351,8	106	294,1	104	11,8	103
4	368,3	111	332,4	107	12,2	107
5	354,7	107	310,4	109	12,3	108

Tabela 2 – Efeitos do preparo do solo (em valores absolutos e relativos) no número total de frutos (NFT) e no peso total de frutos (PFT = kg/ha), referentes à safra 2004/2005.

Tratamentos	NFT	% NFT	PFT	% PFT
1	4687	100	832	100
2	7044	150	1414	170
3	10909	233	2198	264
4	12476	266	2640	317
5	16107	344	3390	407