

### Produção Integrada de Citros X Convencional – Impacto Sobre a Qualidade do Solo

*José Eduardo Borges de Carvalho<sup>1</sup>  
Rosane Cardoso dos Santos Dias<sup>2</sup>  
José Fernandes de Melo Filho<sup>3</sup>*

A citricultura é uma das principais atividades agrícolas e econômicas nos Tabuleiros Costeiros. Neste caso, as práticas convencionalmente utilizadas no manejo dos solos, com o uso intensivo de arado e grade, têm-se mostrado inadequadas e contribuído para acentuar as limitações naturais desses solos, gerando importantes consequências negativas para a produção e produtividade da cultura (Carvalho et al., 2002).

A Produção Integrada de Frutas (PIF) é um processo de produção de frutas alternativo ao modelo convencional adotado pelos produtores brasileiros ao longo dos últimos 30 anos, caracterizado como de baixa sustentabilidade ambiental. É um sistema de produção que busca produzir frutos de alta qualidade para mercados mais exigentes e com baixo impacto ao ambiente.

Alternativas para o manejo dos solos coesos têm sido testadas em diversas situações. A subsolagem é uma das mais promissoras. Trata-se de uma prática de preparo do solo em profundidade que serve para romper as camadas compactadas ou adensadas, sem, entretanto, causar inversão das camadas de solo (Camargo, 1983).

A qualidade de um solo pode ser definida, de forma mais objetiva, como a capacidade ou condição de um solo para responder a um determinado uso (Gregorich et al., 1994), cuja eficiência depende das condições de formação e, principalmente, do uso e manejo (Melo Filho & Silva, 1993; Doran & Parkin, 1994; Argenton et al., 2005).

Portanto, a quantificação e a compreensão do impacto do uso e manejo na capacidade do solo de funcionar adequadamente para a produção vegetal são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (Dexter & Youngs, 1992).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da subsolagem associada ao cultivo de plantas de coberturas sobre o índice de qualidade de um Latossolo Amarelo Coeso, cultivado com citros.

O estudo foi realizado no período 2004 a 2006, em um agroecossistema de cultivo de citros, instalado na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, no município de Cruz das Almas, BA. O pomar está com seis anos e é cultivado com laranjeira 'Péra' (*Citrus sinensis* L. Osb.) sobre porta enxerto de limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana*), no espaçamento de 5,0 m entre as linhas e 4,0 m entre plantas na linha,

<sup>1</sup>Engº. Agrº. D.Sc. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, rua Embrapa, s/n, Cruz das Almas, BA. E-mail: jeduardo@cnpmf.embrapa.br

<sup>2</sup>Engº. Agrº. Mestranda em Agronomia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

<sup>3</sup>Engº. Agrº. D.Sc. Professor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

dispostos em dois tratamentos: T1- Aração + gradagem + controle mecânico de plantas infestantes com capinas nas linhas e gradagem nas entrelinhas das plantas e T2 - Subsolagem cruzada na profundidade média de 0,55m + plantio direto a lanço de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) para formação de palhada + controle integrado de plantas infestantes, sendo nas linhas com glifosate na dosagem de 1,0% v/v e nas entrelinhas com feijão-de-porco como planta de cobertura do solo, plantado em maio/junho e roçado em setembro/outubro para evitar a competição por água com a cultura dos citros.

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo Coeso (Embrapa, 1999), no qual as amostras, deformadas e indeformadas, foram coletadas na profundidade de 0,15 m do perfil do solo, nas linhas e entrelinhas da cultura em número de oito repetições por tratamento.

Para determinação do índice de qualidade do solo aos seis anos após o início da aplicação dos tratamentos, foram quantificados os seguintes indicadores: macroporosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica no solo saturado, relação umidade volumétrica retida a 33 kPa/porosidade total ( $UV_{33}$ /PT), relação de água disponível/porosidade total (AD/PT), pH, resistência à penetração (RP), capacidade de troca catiônica (CTC), percentagem de saturação por bases (V%), percentagem de saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (MO).

O critério fundamental deste estudo foi utilizar os mesmos parâmetros e indicadores estabelecidos por Souza et al. (2003) quando avaliaram a qualidade de duas classes de solos coesos. Assim, foram definidas três funções principais, seus respectivos indicadores de qualidade e ponderadores. As funções principais foram: crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenamento de água (CAA) e suprimento de nutrientes (SN).

Os resultados médios dos indicadores selecionados para avaliar a qualidade do solo foram, em sua maioria, estatisticamente diferentes, entre os dois tratamentos testados (Quadro 1). Verificou-se que a resistência do solo à penetração de raízes ( $RP_{100KPa}$ ) foi 10% maior no tratamento com gradagem + capinas manuais (T1 - convencional), quando comparado ao tratamento utilizando subsolagem + cobertura vegetal com feijão-de-porco (T2 – Produção Integrada de Citros - PIC). Porém, em ambos os tratamentos a  $RP_{100KPa}$  manteve-se limitante, pois seus valores foram acima do limite crítico de 2,0 MPa estabelecido para este indicador. A macroporosidade

(MP) foi, aproximadamente, duas vezes maior no T2 em relação ao T1. O valor da MP encontrado no T2 foi 90% superior ao limite crítico ( $0,10 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) e 80% inferior no T1. Esses resultados podem ser atribuídos aos efeitos positivos da prática da subsolagem e dos bioporos deixados no solo pela decomposição das raízes do feijão-de-porco utilizado como cobertura vegetal, agindo como subsoladores naturais.

O valor da densidade do solo (Ds) foi significativamente menor no T2, ficando abaixo do limite crítico de  $1,52 \text{ Kg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (Souza et al., 2003), quando comparado ao T1 que apresentou valores de Ds elevados, refletindo na baixa aeração e condução de água no solo (Abercrombie & Du Plessis, 1995).

A saturação por alumínio (m%) foi um dos indicadores que não diferiu significativamente entre os tratamentos testados. Seus valores foram muito baixos, não sugerindo alguma interferência negativa no crescimento radicular da planta cítrica.

A condutividade hidráulica no solo saturado ( $K_o$ ) não foi limitante para ambos os tratamentos para a função condução e armazenamento de água (CAA). Porém, observou-se no T1, que seu valor médio foi mais próximo do limite inferior ( $5,0 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ), enquanto em T2 esse valor aproximou-se do limite superior ( $15,0 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ), indicando possível efeito da subsolagem mais cobertura vegetal na condução de água, o que está coerente também com os resultados da macroporosidade, visto que a capacidade do solo em permitir a infiltração da água é reflexo do seu volume de macroporos.

Os indicadores relacionados à disponibilidade de água desse solo para as plantas constituíram-se em fatores limitantes da qualidade e não diferiram entre os tratamentos. Os valores da relação  $UV_{33KPa}/PT$  foram muito abaixo do limite crítico de 0,55. Enquanto a relação AD/PT foi superior ao limite de 0,125 no T2 e inferior para T1. À exceção da matéria orgânica (MO), os valores dos indicadores da função suprimento de nutrientes, apresentaram-se acima dos seus respectivos limites críticos. Observaram-se diferenças nos indicadores CTC, V% e MO com melhorias no T2 em relação ao T1 (Quadro 1). Atribui-se o aumento desses valores à utilização da leguminosa feijão-de-porco como cobertura do solo, concordando com Faria et al. (2004). Fato este que contribuiu para elevar os escores padronizados dos indicadores para esta função a níveis próximos de 1,0 (um) e consequentemente, a participação da mesma no índice de qualidade do solo (IQS).

**Quadro 1.** Valores dos indicadores de qualidade para um Latossolo Amarelo sob dois sistemas de manejos para o cultivo de citros, Cruz das Almas, BA, 2006.

Indicadores <sup>(1)</sup>	T1	T2
Função crescimento radicular em profundidade		
RP <sub>100KPa</sub> (MPa)	3,20 B	2,90 A
MP (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,08 A	0,19 B
Ds (Kg.dm <sup>-3</sup> )	1,55 A	1,46 B
m (%)	3,67 A	1,51 A
Função condução e armazenamento de água		
K <sub>o</sub> (cm.h <sup>-1</sup> )	7,08 A	12,49 B
MP (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,080 A	0,186 B
UV <sub>33KPa/PT</sub>	0,250 A	0,253 A
AD/PT	0,119 A	0,137 A
Função suprimento de nutrientes		
pH em água	6,00 A	5,70 A
CTC <sub>pot</sub> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	6,17 A	7,69 B
V (%)	52,63 A	77,75 B
M.O. (g.Kg <sup>-1</sup> )	8,10 A	13,18 B

<sup>(1)</sup> RP<sub>100KPa</sub> = resistência à penetração a 100KPa de umidade no solo; MP = macroporosidade do solo; Ds = densidade do solo; m = saturação por alumínio; K<sub>o</sub> = condutividade hidráulica do solo saturado; UV<sub>33KPa/PT</sub> = relação umidade volumétrica retida a 33 KPa/porosidade total do solo; AD/PT = relação água disponível/porosidade total do solo; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases e M.O. = matéria orgânica. Letras maiúsculas comparam, na linha, valores dos indicadores, em cada tratamento, pelo teste de Tukey a 5%.

As alterações nos indicadores de qualidade do solo induzidas pela adoção do sistema de Produção Integrada de Citros, utilizando-se no preparo inicial do solo a subsolagem e o manejo de cobertura vegetal no controle integrado de plantas infestantes, refletiram, positivamente, na melhoria das funções principais, crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenamento de água (CAA) e suprimentos de nutrientes (SN), cujos valores foram elevados (Quadro 2). Comparando-se os dois tratamentos observou-se que todos os índices foram superiores no T2, indicando que este tratamento melhorou as condições do Latossolo Amarelo Coeso para produção da laranjeira 'Pêra'.

Dentre as funções analisadas, a única em T2 que ficou abaixo do limite crítico de 0,5 foi a função CRP revelando a ocorrência de limitações em algum indicador relacionado a esta função. Neste caso, o indicador limitante foi a RP<sub>100 KPa</sub>, que mesmo tendo seu valor reduzido por efeito

do manejo com subsolagem + cobertura vegetal, continuou acima de 2,0 MPa.

O valor estimado do índice de qualidade do solo (IQS) global, para o Latossolo Amarelo Coeso, diferiu estatisticamente entre os dois tratamentos com melhorias no T2 em relação ao T1 (Quadro 2). O resultado obtido para o T2 indica que seu IQS pode ser classificado como ótimo (IQS > 0,50) segundo os critérios de Karlen & Stott (1994) ou médio (0,51 = IQS = 0,70) conforme proposta de Souza (2005), enquanto que para T1 seu IQS o caracteriza como baixo e inadequado para a exploração sustentável de qualquer fruteira. Alterações na qualidade do solo em função dos sistemas de manejo adotados também foram observadas por Conceição et al. (2005). Para as condições de manejo com gradagem e capina (T1) o IQS encontrado mostra uma situação com grandes limitações agrícolas. Este resultado está de acordo com os obtidos por Souza et al. (2003) e Souza (2005) em estudos sobre qualidade para Latossolos Amarelos coesos de Tabuleiros Costeiros cultivados com citros e em condições de mata, respectivamente.

**Quadro 2.** Índices para as funções principais e valor global dos índices de qualidade para um Latossolo Amarelo sob dois sistemas de manejo e cultivado com citros. Cruz das Almas, BA, 2006.

Funções / índices <sup>(1)</sup>	T1	T2
CRP	0,274 A	0,484 B
CAA	0,344 A	0,566 B
SN	0,591 A	0,739 B
IQS	0,379 A	0,555 B

<sup>(1)</sup> CRP = crescimento radicular em profundidade; CAA = condução e armazenamento de água; SN = suprimento de nutrientes e IQS = índice de qualidade do solo. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Recomenda-se ao produtor a adoção do sistema de Produção Integrada de Citros que preconiza um manejo diferenciado do solo desde seu preparo primário com subsolagem para romper as camadas compactada e adensada, minimizando a ação dos impedimentos físicos sobre o desenvolvimento do sistema radicular da planta cítrica e a infiltração e armazenamento de água no solo, além da sua proteção pelo manejo de coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes, em função do seu efeito positivo sobre a melhoria do índice de qualidade do Latossolo Amarelo Coeso cultivado com citros, garantindo ao produtor mais sustentabilidade ambiental.

## Referências bibliográficas

- ABERCROMBIE, R.A.; DU PLESSIS, S.F. The effect of alleviating soil compaction on yield and fruit size in an established Navel orange orchard. *J. Afric. Soc. Horticultural Sci.*, 5:85-89, 1995.
- ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; WILDNER, L. do P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:425-435, 2005.
- CAMARGO, O.A. Compactação do solo e desenvolvimento de plantas. Campinas: Fundação Cargill, 44p.1983.
- CARVALHO, J. E. B. de.; SOUZA, L.S.; CALDAS, R.C.; ANTAS, P.E.U.T.; ARAÚJO, A.M.A.; LOPES, L.C.; SANTOS, R.C.; LOPES, N.C.M.; SOUZA, A.L.V. Leguminosa no controle integrado de plantas daninhas para aumentar a produtividade da laranja 'Pêra'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24:82-85, 2002.
- CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J.; SPAGNOLLO E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:777-788, 2005.
- DEXTER, A.R.; YOUNGS, I.M. Soil physic toward 2000. *Soil Till. Res.*, 24:101-106, 1992.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bzedicek, D. F.; Stewart, B. A. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Wisconsin, USA, Soil Science Society of America (SSSA), 1994, p. 3 – 21, (Special publication, 35).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FARIA C. M. B.; SOARES J. M.; LEÃO P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 2004.

KARLEN, D. L.; STOTT, D. E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: Doran, J. W.; Coleman, D. C.; Bzedicek, D. F.; Stewart, B. A. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, WI, Soil Science Society of America, 1994, p. 53-72, (Special Publication, 35).

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. . Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um podzólico vermelho - amarelo no Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 17:291-297, 1993.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; SOUZA, L.F. da S. Indicadores físicos e químicos de qualidade do solo sob o enfoque de produção vegetal: estudo de caso para citros em solos coesos de Tabuleiros Costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. Palestras... Ribeirão Preto /SP: Agromidia, 2003.1 CD-ROM.

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

### Comunicado Técnico, 118

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**  
**Endereço:** Rua Embrapa, s/n - Caixa Postal 007 44380-000 - Cruz das Almas - BA  
**Fone:** (75) 3621-8000  
**Fax:** (75) 3621-8096  
**E-mail:** sac@cnpmf.embrapa.br

1<sup>a</sup> edição

1<sup>a</sup> impressão (2006): On line

### Comitê de publicações

**Presidente:** Domingo Haroldo Reinhardt.  
**Vice-Presidente:** Alberto Duarte Vilarinhos.  
**Secretária:** Cristina Maria Barbosa Cavalcante Bezerra Lima.  
**Membros:** Adilson Kenji Kobayashi, Carlos Alberto da Silva Ledo, Fernanda Vidaligal Duarte Souza, Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa, Getúlio Augusto Pinto da Cunha, Marcio Eduardo Canto Pereira.

### Expediente

**Supervisor editorial:** Domingo Haroldo Reinhardt.  
**Revisão de texto:** Domingo Haroldo Reinhardt.  
**Editoração eletrônica:** Maria da Conceição Borba.