

# PRODUÇÃO DE LARANJA 'PÊRA' EM SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO E MANEJO NAS ENTRELINHAS<sup>(1)</sup>

Pedro Antonio Martins Auler<sup>(2)</sup>, Jonez Fidalski<sup>(3)</sup>, Marco Antonio Pavan<sup>(4)</sup> & Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves<sup>(5)</sup>

## RESUMO

O preparo convencional do solo utilizado na implantação de pomares cítricos com base na remoção da cobertura vegetal e no revolvimento do solo em área total, assim como o manejo de pomares com eliminação da cobertura vegetal das entrelinhas, têm causado erosão e redução da fertilidade dos solos, com reflexos negativos sobre as plantas cítricas e o ambiente. O objetivo deste estudo foi avaliar sistemas de manejo que contribuam para controle da erosão e melhoria da fertilidade de Argissolos originados do arenito Caiuá, cultivados com citros no noroeste do Paraná. Foram avaliados dois sistemas de preparo do solo: convencional (PC), em área total, e preparo em faixas (PF), de 2 m de largura, com diferentes formas de manejo nas entrelinhas. O estudo foi realizado em um pomar de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis*) enxertada em limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*), em um Argissolo Vermelho distrófico latossólico. O experimento foi implantado em área ocupada por pastagem (*Brachiaria humidicola*), em agosto de 1993, no espaçamento de 7 x 4 m, em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e seis tratamentos, sendo: (1) PC e cultivo intercalar com abacaxi, sucedido por controle da vegetação espontânea com herbicida pós-emergente; (2) PC e cobertura vegetal com a leguminosa *Calopogonium mucronoides*; (3) PC e cobertura vegetal com a leguminosa perene amendoim forrageiro *Arachis pintoi*; (4) PC e cobertura vegetal com gramínea mato-grosso ou batatais *Paspalum notatum*; (5) PC e cobertura com vegetação espontânea da gramínea *Brachiaria humidicola*; e (6) PF e manutenção da gramínea (pastagem) remanescente (*Brachiaria humidicola*). De 1996 a 2005, foram avaliadas a composição química do solo e das folhas e a produção de frutos. No solo, foram observados incrementos significativos no teor de C orgânico (CO) nos tratamentos 4 e 6, em relação aos tratamentos 1 e 3. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para produção acumulada de frutos nas safras de 1996 a 2005. O preparo de solo em faixas, com manutenção de

---

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em janeiro de 2007 e aprovado em setembro de 2007.

<sup>(2)</sup> Pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR. Caixa Postal 564, CEP 87701-970 Paranavaí (PR). Doutorando da Universidade Estadual de Londrina – UEL. E-mail: aulerpe@iapar.br

<sup>(3)</sup> Pesquisador do IAPAR. Caixa Postal 564, CEP 87701-970 Paranavaí (PR). E-mail: fidalski@iapar.br

<sup>(4)</sup> Pesquisador do IAPAR. Caixa Postal 481, CEP 86001-970 Londrina (PR). E-mail: mpavan@iapar.br

<sup>(5)</sup> Professora da Universidade Estadual de Londrina – UEL. Caixa Postal 6001, CEP 86051-990 Londrina (PR). E-mail: csvjneve@uel.br

**gramínea remanescente nas entrelinhas, mostrou-se apropriado para implantação dos pomares. As plantas de cobertura permanente utilizadas nas entrelinhas do pomar não comprometeram a produção de laranja, sendo importantes para melhoria da fertilidade do solo. As gramíneas foram mais indicadas que as leguminosas como cobertura vegetal nas entrelinhas do pomar.**

**Termos de indexação:** *Citrus sinensis*, carbono orgânico, preparo de solo, manejo de solo.

**SUMMARY:** *FRUIT YIELDS OF 'PÊRA' ORANGE UNDER DIFFERENT SOIL TILLAGE AND INTERROW MANAGEMENT SYSTEMS*

*The conventional soil tillage used in the implantation of citrus orchards is based on the removal of the plant residues and soil tilling in the entire area, and the management of the orchards on the elimination of any plant residues from the interrows. This has led to erosion and reduced soil fertility, with negative effects on the trees and the environment. The objective of this study was to evaluate soil management systems that decrease soil erosion and improve the fertility status of a Typic Paleudults originated from Caiuá sandstone, cultivated with citrus in the northwestern state of Paraná, Brazil. Two soil tillage systems were evaluated: conventional tillage (CT) in the entire area, and strip-tillage (ST) with 2 m width, with different interrow management systems. The citrus cultivar was Pêra orange (*Citrus sinensis*) grafted onto 'Rangpur' lime (*Citrus limonia*) rootstock. The citrus orchard was established in August 1993, and the tree rows were spaced 7 m apart with 4 m between trees. The experiment was set up in a randomized block design with three replications and six treatments: (1) CT and pineapple intercropping in the first year followed by weed control with post emergence herbicide; (2) CT and annual cover crop with the leguminous crop *Calopogonium mucronoides*; (3) CT and perennial cover crop with the leguminous peanut *Arachis pintoi*; (4) CT and evergreen cover crop with *Bahiagrass Paspalum notatum*; (5) CT and cover crop with spontaneous *Brachiaria humidicola* grass vegetation and (6) ST and maintenance of the remaining grass (pasture) of *Brachiaria humidicola*. From 1993 to 2005, the soil and leaf chemical composition and fruit yields were evaluated. Soil analyses showed a significant increment in organic carbon content in the treatments 4 and 6 compared to the treatments 1 and 3. There were no significant differences among the treatments for the accumulated fruit yields from 1996 to 2005. The soil tillage in strips with grass remaining in the interrows was considered appropriate for the citrus orchard establishment. The grass species were more suitable than the leguminous plants for the improvement of soil fertility.*

*Index terms:* *Citrus sinensis*, organic carbon, soil management, soil preparation.

## INTRODUÇÃO

O Paraná apresenta uma área com citros estimada em 26.500 ha, cujo principal pólo de produção é o noroeste do Estado (Andreta, 2006). Praticamente toda essa região está inserida na formação geológica Caiuá, arenito que originou solos com baixos teores de argila e reserva mineral e suscetibilidade acentuada à erosão hídrica (Embrapa, 1984). Sistemas de produção baseados em manejo de solo inadequado provocam erosão, reduzem o teor de C orgânico (CO) e têm comprometido a baixa fertilidade natural desses solos (Fidalski, 1997a,b).

Com base nessa condição, desde o início da implantação da citricultura nessa região, em 1989,

preconizou-se a manutenção da superfície das entrelinhas dos pomares constantemente protegida pela cobertura vegetal, prática indispensável para controle da erosão e melhoria da fertilidade desses solos (Muzilli, 1991). Constatava-se também a necessidade de estudar formas alternativas ao sistema de preparo convencional de solo, que, pelo revolvimento e remoção total da cobertura vegetal, expõe sua superfície e favorece a ocorrência de processos erosivos de intensidade severa, principalmente na fase de implantação e período inicial de formação dos pomares (Politano & Pissarra, 2005).

Dessa forma, foi proposto um sistema alternativo de preparo de solo, denominado de "preparo em faixas", que consiste no revolvimento de solo restrito às linhas

de plantio das mudas de laranja, mantendo-se a cobertura das entrelinhas com a vegetação remanescente (Figura 1), normalmente constituída por pastagens que predominam na região noroeste do Paraná (Rufino et al., 1992). O uso de plantas de cobertura é a prática isolada mais eficiente na redução da erosão, pois atua na origem do processo erosivo por meio da redução da energia de impacto das gotas da chuva contra a superfície do solo, evitando a desagregação das partículas, o conseqüente selamento superficial e a menor infiltração da água, além de atuar na melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo (Vieira, 1994; Chaves et al., 1997).

No manejo das entrelinhas dos pomares de citros podem ser empregados sistemas como a cobertura vegetal, solo mantido no limpo ou coberto com restos vegetais (*mulch*) e cultivo intercalar, os quais podem exercer grande influência na produtividade, fitossanidade e longevidade dos pomares (Coelho, 1992; Neves & Dechen, 2001). A competição por água entre a vegetação nas entrelinhas e linhas de plantio e as plantas cítricas tem sido o principal fator determinante na definição de sistemas de manejo do solo; o regime hídrico e a forma como se maneja a vegetação na linha de plantio podem ter grande influência sobre a produção de frutos.

Em trabalhos realizados em regiões citrícolas com períodos de deficiência hídrica acentuada, o tratamento com cobertura vegetal permanente das entrelinhas e controle pouco efetivo da vegetação das linhas de plantio provocou diminuição na produção de frutos em relação a outros métodos de manejo, como cobertura vegetal morta (*mulch*) e solo limpo ou parcialmente limpo por meio de gradagens (Pacheco et al., 1975; Vasconcellos et al., 1976; Caetano, 1980). Esses resultados estimularam o emprego da manutenção do solo no limpo utilizando grade, prática adotada em larga escala em várias regiões citrícolas do Brasil (De



**Figura 1. Sistema de preparo de solo em faixas utilizado na implantação de pomares de laranja em área de pastagem. Revolvimento do solo e incorporação do calcário em faixa de 2 m de largura, com posterior sulcamento e preservação das entrelinhas vegetadas. Paranavaí, PR (Foto: primeiro autor).**

Negri, 1988), mas recentemente em processo de desuso (Corá et al., 2005), pelos seus efeitos negativos no solo e nas plantas cítricas (Cintra et al., 1983; Corá et al., 2005).

Contrariamente, quando se realiza o controle efetivo da vegetação em toda a extensão na linha de plantio de citros até a projeção da copa das plantas, mantendo-se as entrelinhas vegetadas e roçadas, resultados favoráveis ou no mínimo equivalentes foram obtidos em relação a outros métodos de manejo das entrelinhas (Santinoni & Silva, 1995; Tersì et al., 1999; Carvalho et al., 2002).

Com o objetivo de avaliar sistemas de manejo de solo que contribuam para o controle da erosão e melhorem a fertilidade dos solos cultivados com citros na região noroeste do Paraná, comparou-se o sistema proposto de preparo de solo em faixas e manutenção de gramínea (pastagem) remanescente na entrelinha com o preparo convencional e diferentes manejos nas entrelinhas, avaliando seus efeitos sobre a fertilidade do solo, a nutrição das plantas e a produção de frutos de laranja 'Pêra'.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa área ocupada por pastagem (*Brachiaria humidicola*) localizada na Fazenda São Judas Tadeu, no município de Alto Paraná, noroeste do Paraná (23 ° 05 ' S, 52 ° 26 ' W e altitude de 480 m). O clima na região é subtropical (Cfa, segundo Köppen), sem estação seca definida, com precipitações e temperaturas médias mensais conforme figura 2 (IAPAR, 2000). O solo é um Argissolo Vermelho distrófico latossólico textura arenosa/média A moderado relevo suave ondulado (Embrapa, 2006), com 90, 70, 180 e 210 g kg<sup>-1</sup> de argila, respectivamente nos horizontes A (0–0,06 m), AB (0,07–0,25 m), Bt (0,26–0,55 m) e Bw (0,56–2,00 m) (Fidalski et al., 2007).

As mudas de laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis*) enxertadas em limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia*) foram plantadas em agosto de 1993 no espaçamento de 7 x 4 m. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, sendo cada parcela composta por 15 plantas, dispostas em três linhas de plantio com cinco plantas cada uma, considerando-se como plantas úteis as três laranjeiras centrais. Foram avaliados seis tratamentos, envolvendo dois sistemas de preparo de solo – preparo convencional (PC) e preparo em faixas (PF) – com diferentes formas de manejo nas entrelinhas: (1) PC e cultivo intercalar de abacaxi por um ciclo, sucedido por manejo com baixa cobertura do solo por meio de controle da vegetação espontânea com uso de herbicida pós-emergente (glyphosate) – PC-CI/herbicida; (2) PC e cobertura vegetal com a leguminosa calopogônio (*Calopogonium mucronoides*) – PC-Calopogônio; (3) PC

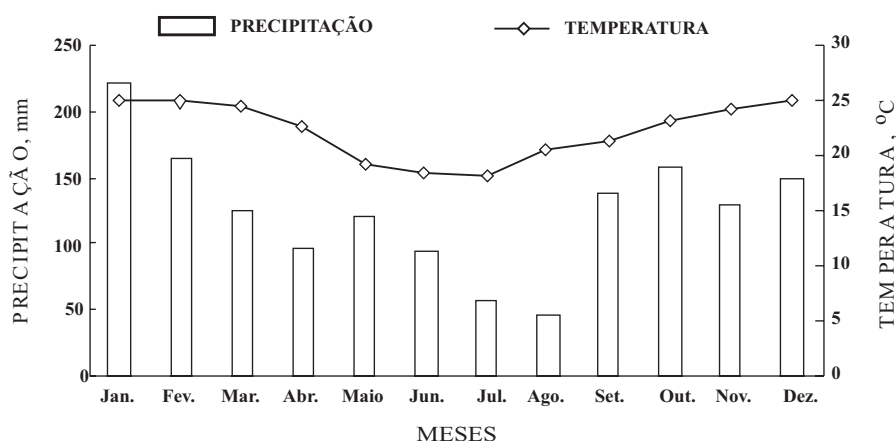


Figura 2. Precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais de janeiro de 1993 a dezembro de 2005, período de avaliação do experimento. Dados coletados na Estação Meteorológica do IAPAR, Paranaíba, PR.

e cobertura vegetal com a leguminosa amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) – PC-*Arachis*; (4) PC e cobertura vegetal com grama mato-grosso ou batatais (*Paspalum notatum*) – PC-Batatais; (5) PC e cobertura vegetal espontânea da gramínea (*Brachiaria humidicola*) – PC-Humidícola; e (6) PF e manutenção da gramínea (pastagem) remanescente (*Brachiaria humidicola*) – PF-Humidícola, este último tratamento ilustrado na figura 1.

O solo foi preparado por meio de operações mecanizadas, que consistiram numa gradagem, seguida por uma aração com revolvimento até 20 cm de profundidade e uma gradagem niveladora. Nos tratamentos PC-CI/Herbicida, PC-Calopogônio, PC-*Arachis*, PC-Batatais e PC-Humidícola, o solo foi preparado de forma convencional, com revolvimento em área total. No PF-Humidícola, o solo foi preparado em faixas, com revolvimento (mesma profundidade e operações adotadas no PC) apenas numa faixa de 2 m de largura, onde posteriormente foi alocada no centro a linha de plantio, permanecendo o restante das entrelinhas (5 m) deste tratamento sem revolvimento do solo e com a manutenção da gramínea (pastagem) remanescente. Nesse sistema de preparo em faixas, considerando-se o espaçamento utilizado no plantio, apenas 30 % do solo foi revolvido, permanecendo 70 % da área (entrelinhas) com a cobertura vegetal natural (Figura 1).

No PC-CI/Herbicida, duas fileiras duplas (0,9 x 0,4 x 0,4 m) de abacaxi ‘Smooth cayenne’ (*Ananas comosus*) foram plantadas em outubro de 1993, distantes 1,5 m da linha de plantio das laranjeiras. Como adubação mineral (plantio e cobertura) usaram-se 4 g de  $P_2O_5$ , 12 g de N e 24 g de  $K_2O$  por planta. Após colheita dos frutos, em janeiro de 1996, a soqueira do abacaxi foi retirada, sendo as entrelinhas deste tratamento ocupadas pela vegetação espontânea, e, entre 1998 e 2001, mantida com baixa cobertura vegetal por meio da aplicação (duas vezes

por ano) de herbicida pós-emergente (glyphosate), até o final de 2000. A partir de meados de 2001, este tratamento foi ocupado, predominantemente, por agriãozinho (*Synedrellopsis grisebachii*), espécie rasteira e de baixa produção de biomassa. No PC-Calopogônio, o calopogônio foi plantado em outubro de 1994, com 40 sementes por metro, em linhas espaçadas de 0,5 m. Como essa leguminosa não perenizou, houve necessidade de ressemeaduras em outubro de 1998 e em outubro de 1999, sendo esta última incorporada com uma gradagem leve. A partir de 2001, este tratamento foi ocupado por outras espécies de ocorrência espontânea, com predominância de gramíneas. No PC-*Arachis*, o *Arachis* foi semeado em outubro de 1994, com 20 sementes por metro, espaçadas de 0,5 m. No PC-Batatais, a grama-batatais foi plantada em abril de 1993, utilizando-se de mudas, no espaçamento de 0,5 x 0,5 m. A *Brachiaria humidicola* do tratamento PC-Humidícola estabeleceu-se espontaneamente após o preparo convencional do solo.

Em fevereiro de 1993, antes das operações de preparo do solo, foram aplicados 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico em área total sobre a pastagem, de forma a elevar os teores de Ca e Mg para 35 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de solo. Entre 1996 e 1999, foi distribuído calcário dolomítico e calcítico sobre os tratamentos, nas entrelinhas e sob a projeção da copa das laranjeiras, sem incorporação mecânica, visando elevar a saturação por bases a 70 %. As covas para plantio das laranjeiras foram abertas por meio de sulco profundo e devidamente adubadas com P, K, Zn e B. Em cobertura, foram aplicados, anualmente, em torno de 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, 50 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  e 110 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$ , respectivamente, com os fertilizantes sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. Aplicações foliares de micronutrientes foram realizadas principalmente com B e Zn. As adubações foram baseadas em recomendações preconizadas pelo

IAPAR (1992) e GPACC (1994) e nos resultados anuais das análises de solo e de folha do experimento.

O controle da vegetação nas linhas de plantio da laranjeira foi realizado em toda a sua extensão até 0,5 m além do limite externo da projeção da copa das laranjeiras, por meio de herbicida pós-emergente (glyphosate) ou capinas manuais, em número de quatro a cinco vezes, dependendo do ano. A vegetação das entrelinhas foi roçada mecanicamente sempre que atingia, aproximadamente, 0,30 m de altura, com exceção dos tratamentos PC-Calopogônio (durante a presença do calopogônio) e PC-*Arachis*, que não receberam roçadas.

As avaliações da produção de frutos das laranjeiras das safras de 1996 a 2005 foram realizadas de junho a setembro, por meio da pesagem total dos frutos. Nas safras de 2000 e 2001 também foram computadas as produções colhidas em dezembro, originadas de segunda florada. As amostragens foliares das plantas de laranjeira foram efetuadas entre janeiro a abril de 1996 a 2004, coletando-se a 3ª ou 4ª folha a partir do fruto (2 a 4 cm de diâmetro), em cada quadrante das plantas úteis e na altura mediana da copa (GPACC, 1994). As coletas das amostras de solo foram efetuadas entre maio e junho de 1996 a 2004, nas camadas de 0–20 e 20–40 cm de profundidade, na projeção da copa das plantas e no centro das entrelinhas, cada uma constituída de seis amostras simples por parcela útil. As análises químicas foliares foram efetuadas conforme Miyazawa et al. (1992), utilizando-se os seguintes métodos de extração: N e P (digestão sulfúrica) e Ca, Mg, K, B e Zn (solução de HCl 1 mol L<sup>-1</sup>). As análises químicas de solo foram efetuadas conforme Pavan et al. (1992), utilizando-se os seguintes métodos: CO (Walkley-Black), P e K<sup>+</sup> (Mehlich-1) e Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>).

Foram utilizados os dados originais de cada ano e os dados acumulados (1996 a 2005) das avaliações da variável produção de fruto e os dados médios (1996 a 2004) das variáveis características químicas do solo e dos teores de nutrientes das folhas das plantas, em que a significância do efeito de tratamento foi analisada pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. Foram realizadas análises de correlação simples de Pearson dos dados originais, entre os teores de CO e as características do solo (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, soma de bases, CTC-pH 7,0 e saturação por bases), para cada combinação de posição de amostragem e camada de solo (n = 18), com as significâncias dos coeficientes de correlação (r) obtidas pelo teste t.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência dos tratamentos sobre as características químicas do solo foi mais pronunciada nas entrelinhas, principalmente para o teor de CO, em que se podem observar diferenças na camada superficial de 0–20 cm,

assim como em profundidade na camada de 20–40 cm (Quadro 1). Na camada de 0–20 cm, o teor de CO no PF-Humidícola foi superior ao do PC-CI/Herbicida e, na camada de 20–40 cm, aos observados no PC-CI/Herbicida e PC-*Arachis*. O manejo das entrelinhas baseado no cultivo intercalar com abacaxi seguido pela redução da cobertura vegetal (menor produção de biomassa) com o uso de herbicida comprometeu os teores de CO neste tratamento, enquanto no PF-Humidícola o não-revolvimento do solo (menor oxidação da matéria orgânica) na implantação do pomar, aliado à presença constante de cobertura vegetal com *Brachiaria humidicola* na entrelinha (maior produção de matéria vegetal), contribuiu com a manutenção de maiores teores de CO observados neste tratamento. Na camada de 20–40 cm, na entrelinha, o PC-Batatais proporcionou teores de CO superiores aos do PC-CI/Herbicida, PC-*Arachis* e PC-Calopogônio (Quadro 1). A maior eficiência das gramíneas quanto à manutenção de teores superiores de CO, comparadas às leguminosas, também foi observada por Wright et al. (2003) e está relacionada, entre outros aspectos, com a maior relação C/N nas gramíneas (Kiehl, 1985).

Houve correlação positiva dos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, dos valores da soma de bases e da saturação por bases com os teores de CO para ambas as posições de amostragem, sendo a magnitude dessa relação de dependência foi maior na camada de 0–0,20 cm de profundidade (Figura 3). Com exceção da projeção da copa, na camada de 20–40 cm, os teores de K<sup>+</sup> não apresentaram relação com os teores de C para as demais posições de amostragem e camadas de solo, devido, provavelmente, à influência das adubações minerais com K no PC-CI/Herbicida, o qual, ao mesmo tempo, apresentou os menores teores de CO (Quadro 1). Os valores da capacidade de troca de cátions (CTC-pH 7,0) apresentaram relação com os teores de CO de forma mais acentuada na camada de 0–20 cm, principalmente no centro da entrelinha (Figura 3). Esses resultados evidenciam a importância do CO nos solos da Formação Caiuá, aspecto relatado por Pavan et al. (1985), que encontraram grande influência destes na CTC-efetiva, e por Pavan et al. (1995), que constataram aumento nos teores de CO, pH, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>, além de aumento em Ca<sup>2+</sup>, CTC-pH 7,0, CTC-efetiva e diminuição do Al trocável, em um experimento de manejo nas entrelinhas com gramíneas em lavoura cafeeira no noroeste do Paraná.

Na citricultura, o efeito do manejo de solo sobre o teor de CO foi observado por Cintra et al. (1983), Neves & Dechen (2001) e Wright et al. (2003), os quais constataram redução nos teores de CO do solo em pomares de citros com manejos das entrelinhas baseados na manutenção do solo com baixa cobertura vegetal, seja por meio de herbicida, grade ou capinas. Da mesma forma, Neves et al. (2005) constataram que o pomar mantido com vegetação nas entrelinhas apresentou na camada de 0–10 cm do solo cerca de 80 % do total de CO do mesmo solo sob vegetação

**Quadro 1. Características químicas do solo (médias de 1996 a 2004), na projeção da copa e na entrelinha, nas camadas de 0–20 e 20–40 cm, em sistemas de preparo do solo e manejo nas entrelinhas em pomar de laranja 'Pêra'. Alto Paraná, PR**

Tratamento <sup>(1)</sup>	Carbono	P	pH CaCl <sub>2</sub>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mmolc dm <sup>-3</sup>					
Projeção da copa (0–20 cm)								
PC-CI/Herbicida	4,8 a <sup>(2)</sup>	32,7 a	4,3 a	2,6 a	31,0 a	1,2 a	9,4 a	3,0 a
PC-Calopogônio	4,9 a	26,9 a	4,3 a	2,8 a	31,4 a	0,9 a	9,8 a	2,8 a
PC- <i>Arachis</i>	4,6 a	32,3 a	4,2 a	3,4 a	32,7 a	1,0 a	8,6 a	2,7 a
PC-Batatais	4,8 a	34,1 a	4,3 a	2,8 a	31,8 a	1,1 a	9,4 a	2,9 a
PC-Humidícola	5,0 a	29,1 a	4,3 a	2,8 a	31,6 a	1,1 a	9,7 a	3,1 a
PF-Humidícola	5,3 a	29,4 a	4,4 a	1,9 a	30,5 a	1,1 a	10,2 a	3,5 a
DMS <sup>(3)</sup>	1,0	12,7	0,2	1,7	3,6	0,3	2,6	0,9
CV (%)	7,1	14,5	2,0	21,6	4,0	8,9	9,8	10,6
Projeção da copa (20–40 cm)								
PC-CI/Herbicida	3,8 a	6,8 a	3,8 ab	8,4 a	38,8 a	1,1 a	6,6 a	2,0 ab
PC-Calopogônio	3,7 a	6,9 a	3,9 ab	7,7 a	37,6 a	0,8 a	6,8 a	2,0 ab
PC- <i>Arachis</i>	3,6 a	6,0 a	3,8 b	8,8 a	39,2 a	1,0 a	5,6 a	1,6 b
PC-Batatais	3,8 a	5,8 a	3,9 ab	7,0 a	37,0 a	1,0 a	7,2 a	2,3 ab
PC-Humidícola	3,8 a	7,5 a	3,8 ab	8,3 a	38,6 a	0,9 a	6,1 a	2,0 ab
PF-Humidícola	3,9 a	5,6 a	4,0 a	6,8 a	35,9 a	1,0 a	7,6 a	2,5 a
DMS	0,7	8,4	0,18	2,4	4,0	0,3	3,1	0,8
CV (%)	6,16	46,1	1,6	10,7	3,7	12,6	16,3	13,0
Entrelinha (0–20 cm)								
PC-CI / Herbicida	4,5 b	6,7 a	5,3 a	0,9 a	23,7 a	1,0 a	12,1 a	5,0 b
PC-Calopogônio	4,9 ab	2,3 b	5,4 a	0,3 a	22,6 a	0,5 c	13,5 a	5,8 ab
PC- <i>Arachis</i>	4,8 ab	1,7 b	5,3 a	0,8 a	23,5 a	0,6 c	13,1 a	6,0 ab
PC-Batatais	5,4 ab	2,4 b	5,5 a	0,1 a	22,4 a	0,8 ab	14,1 a	6,6 a
PC-Humidícola	5,0 ab	1,8 b	5,7 a	0,3 a	21,1 a	0,9 ab	13,9 a	6,8 a
PF-Humidícola	5,7 a	3,5 ab	5,8 a	0,0 a	20,9 a	0,8 b	14,4 a	7,4 a
DMS	1,1	3,5	0,5	1,2	3,5	0,2	4,3	1,6
CV (%)	7,9	40,6	3,4	104,3	5,5	7,6	11,3	8,9
Entrelinha (20–40 cm)								
PC-CI/Herbicida	3,6 c	3,0 a	4,3 a	3,9 a	30,5 a	0,6 a	7,7 a	4,1 a
PC-Calopogônio	3,7 bc	1,1 b	4,5 a	2,2 a	28,5 a	0,4 b	9,6 a	4,7 a
PC- <i>Arachis</i>	3,5 c	1,0 b	4,3 a	3,9 a	31,1 a	0,4 b	7,3 a	4,2 a
PC-Batatais	4,3 a	1,4 b	4,5 a	1,9 a	28,6 a	0,5 ab	9,7 a	4,6 a
PC-Humidícola	3,9 abc	1,4 b	4,7 a	1,7 a	27,7 a	0,5 ab	9,7 a	5,5 a
PF-Humidícola	4,2 ab	1,0 b	4,7 a	1,5 a	27,3 a	0,5 ab	9,6 a	5,2 a
DMS	0,58	1,5	0,7	4,6	6,2	0,1	5,8	3,1
CV (%)	5,3	27,4	5,2	66,3	7,6	9,7	23,0	23,2

<sup>(1)</sup> PC: preparo convencional do solo, PF: preparo em faixas do solo, CI: cultivo intercalar de abacaxi. <sup>(2)</sup> Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. <sup>(3)</sup> DMS: diferença mínima significativa.

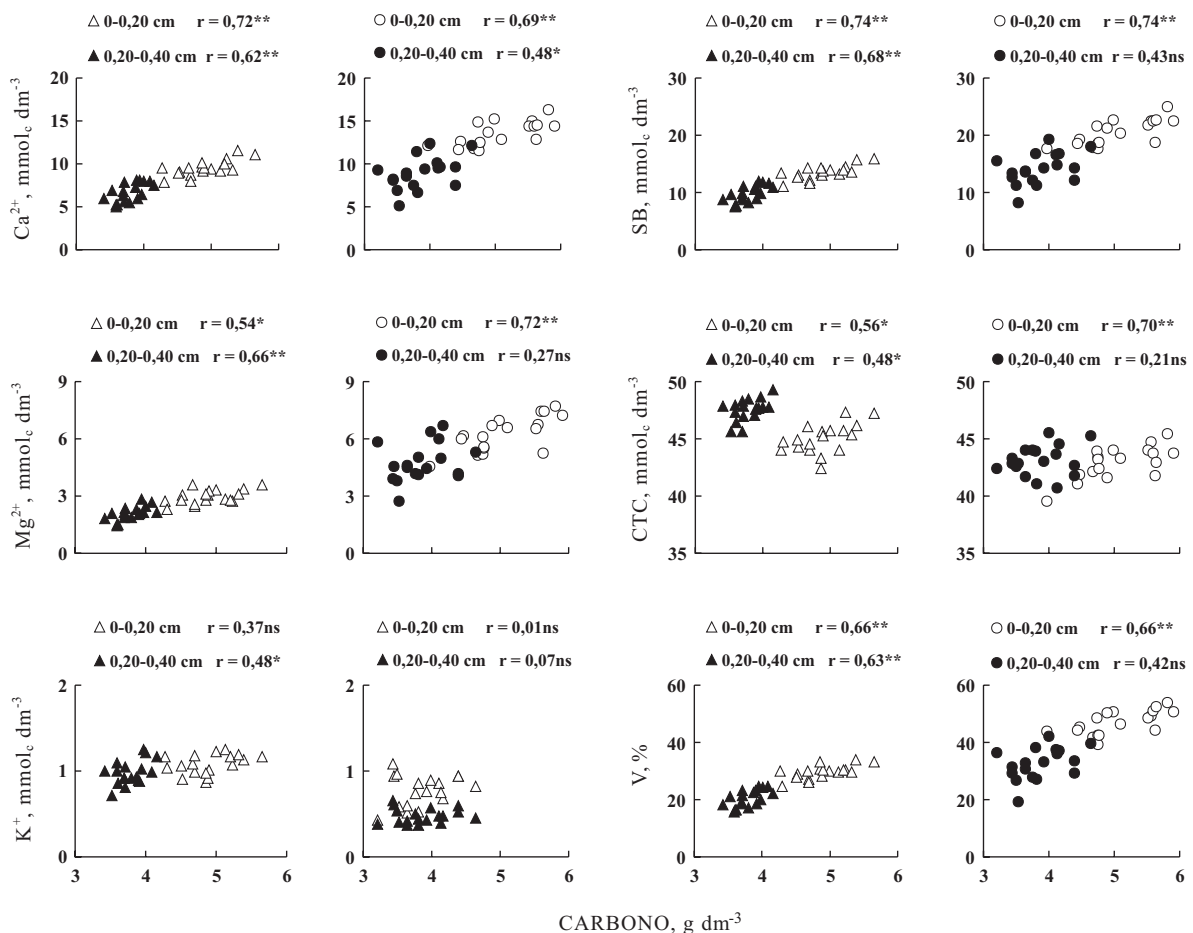


Figura 3. Correlação simples de Pearson entre os teores de CO com Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, SB, V e CTC pH 7, na projeção da copa das plantas a 0-20 cm (△) e 20-40 cm (▲) e no centro da entrelinha a 0-20 cm (○) e 20-40 cm (●), em Argissolo Vermelho distrófico latossólico, sob sistemas de preparo do solo e manejo nas entrelinhas em pomar de laranja 'Pêra'. \*\*, \* e ns correspondem a significância pelo teste t, respectivamente, 1 e 5 % e não-significativo.

nativa de floresta, enquanto o tratamento sem vegetação apresentou 50 % desse total. Além disso, a redução ou eliminação da cobertura vegetal das entrelinhas dos pomares acarreta efeitos negativos sobre as condições físicas do solo, como aumento da densidade, conforme observado por Cintra et al. (1983) e por Fidalski et al. (2007) nas condições do presente estudo.

Nas entrelinhas, na camada de 0-20 cm, ocorreu melhoria da fertilidade do solo nos tratamentos PF-Humidícola, PC-Humidícola e PC-Batatais, cujos teores de K<sup>+</sup> foram superiores aos dos tratamentos com as leguminosas e os de Mg<sup>2+</sup> superiores aos do tratamento PC-CI/Herbicida (Quadro 1). Os maiores teores de P e K<sup>+</sup> (camadas de 0-20 e 20-40 cm) observados com o manejo com PC-CI/Herbicida estão relacionados com as adubações minerais aplicadas durante o cultivo intercalar de abacaxi neste tratamento.

Na projeção da copa das laranjeiras, na camada de 0-20 cm, não houve efeito significativo dos tratamentos avaliados sobre as características químicas do solo.

Na camada de 20-40 cm, no PC-*Arachis* pode-se observar redução no pH e no teor de Mg<sup>2+</sup>, comparado ao PF-Humidícola (Quadro 1). Essas alterações químicas são atribuídas à maior capacidade das leguminosas na absorção de cátions básicos e liberação de H<sup>+</sup> para a solução do solo, com conseqüente aumento do Al trocável (Marchner & Römheld, 1983). Os aumentos significativos do pH e dos teores de Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> e as menores médias de Al trocável no PF-Humidícola se devem, provavelmente, ao aumento no teor de CO observado neste tratamento, o qual, segundo Miyazawa et al. (1993), exerce influência direta no aumento de pH e do teor de cátions básicos e na diminuição do teor do Al trocável. Estes autores sugeriram que o aumento de pH é devido à protonação de grupos funcionais dos compostos orgânicos, diminuindo a atividade de H<sup>+</sup> livre na solução do solo, enquanto os aumentos nos teores de cátions básicos se devem à reciclagem com manutenção do ciclo biológico; já a diminuição do teor de Al trocável é decorrente da formação de Al-complexo orgânico não extraído pela solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>.

Os menores teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e a maior acidificação do solo na projeção da copa em relação à entrelinha, também observado por Fidalski & Auler (1997) e Fidalski et al. (1999), se devem à maior extração de cátions nesta região pelas raízes das laranjeiras e à acidificação provocada pela aplicação de adubação mineral nitrogenada (Pavan & Miyazawa, 1996; Fidalski & Auler, 1997; Fidalski et al., 1999).

No sistema de preparo convencional, a incorporação do calcário é apontada como um dos principais motivos para o emprego do revolvimento do solo em área total na implantação dos pomares. Entretanto, as características químicas do solo na entrelinha do tratamento com o preparo de solo em faixas (PF-Humidícola), no qual, na implantação, o calcário foi distribuído em superfície, sem incorporação, sobre as entrelinhas, indicam que este sistema não foi inferior aos demais tratamentos com preparo de solo convencional no que se refere aos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , pH e  $\text{Al}^{3+}$ , características químicas mais diretamente relacionadas com o uso do corretivo calcário, tanto a 0–20 cm como a 20–40 cm de profundidade. A eficiência da calagem superficial nestes solos foi verificada por Fidalski & Tormena (2005).

Os teores de nutrientes foliares N, P, Ca, Zn e B das laranjeiras não se diferenciaram entre os tratamentos de manejo de solo do pomar (Quadro 2). A maior concentração foliar de K no PC-CI/Herbicida está relacionada aos maiores teores deste elemento no solo das entrelinhas (Quadro 1), resultante das adubações minerais realizadas no cultivo intercalar de abacaxi durante a fase de formação das laranjeiras. Os maiores teores de K influenciaram negativamente a absorção de Mg neste tratamento, cujos teores

foliares foram inferiores aos observados no PF-Humidícola, PC-Humidícola e PC-Calopogônio, caracterizando um desequilíbrio nutricional provocado pelas adubações minerais do cultivo intercalar de abacaxi. O antagonismo entre esses cátions na absorção pela laranjeira 'Pêra' também foi reportado por Fidalski et al. (1999), neste mesmo experimento.

A ausência de efeito dos tratamentos com as leguminosas no PC-*Arachis* e PC-Calopogônio sobre a nutrição em N das laranjeiras, em relação aos demais tratamentos (Quadro 2), deve estar relacionada ao suprimento de N via adubação mineral utilizado, igualmente, em todos os tratamentos. Pacheco et al. (1975), Neves & Dechen (2001) e Wright et al. (2003) também não verificaram diferenças na diagnose foliar de N de plantas cítricas entre a utilização de cobertura vegetal permanente com gramínea e leguminosa, enquanto Fidalski & Stenzel (2006) observaram acréscimo nos teores foliares de N em laranjeira 'Folha Murcha' sobre o limoeiro 'Cravo', proporcionado pelo manejo das entrelinhas com *Arachis pintoi*, em relação ao manejo com a grama-batatais.

Quanto à produção de frutos de laranjeira, houve diferenças significativas entre os tratamentos apenas nas safras de 1997 e 2003 (Quadro 3). Em 1997, a produção de frutos do tratamento PF-Humidícola foi inferior à do PC-Calopogônio e, em 2003, a produção do tratamento PF-Humidícola foi superior à do PC-Batatais. É possível que o resultado observado na safra de 1997 esteja relacionado à cobertura vegetal morta (*mulch*) presente na entrelinha deste tratamento, entre meados de 1996 e de 1997, formada pela senescência do calopogônio, que não se perenizou e, assim, teria simulado temporariamente, neste

**Quadro 2. Teores de nutrientes (médias de 1996 a 2004) em folhas de laranja 'Pêra', em sistemas de preparo do solo e manejo nas entrelinhas. Alto Paraná, PR**

Tratamento <sup>(1)</sup>	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B
PC-CI/Herbicida	26,1 a <sup>(2)</sup>	1,2 a	15,7 a	32,0 a	1,5 c	21,0 a	32,1 a
PC-Calopogônio	26,5 a	1,2 a	12,7 b	35,2 a	1,9 a	21,8 a	36,0 a
PC- <i>Arachis</i>	27,5 a	1,2 a	14,5 ab	32,3 a	1,7 abc	20,2 a	36,4 a
PC-Batatais	26,5 a	1,2 a	15,0 a	31,9 a	1,6 bc	21,6 a	36,1 a
PC-Humidícola	27,2 a	1,2 a	13,8 ab	32,9 a	1,8 ab	21,3 a	34,7 a
PF-Humidícola	26,0 a	1,2 a	13,6 ab	34,9 a	1,9 a	22,3 a	34,9 a
DMS <sup>(3)</sup>	2,5	0,1	2,2	5,6	0,2	4,0	7,2
CV (%)	3,3	2,3	5,8	6,0	5,0	6,0	7,2

<sup>(1)</sup> PC: preparo convencional do solo, PF: preparo em faixas do solo, CI: cultivo intercalar de abacaxi. <sup>(2)</sup> Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. <sup>(3)</sup> DMS: diferença mínima significativa.



**Quadro 3. Produção de frutos de laranja nas safras de 1996 a 2005 e produção acumulada nesse período, em sistemas de preparo do solo e manejo nas entrelinhas em pomar de laranja 'Pêra'. Alto Paraná, PR**

Safras agrícolas	PC-CI <sup>(1)</sup>	PC	PC	PC	PC	PF	DMS <sup>(3)</sup>	CV	
	Herbicida	Calopogônio	<i>Arachis</i>	Batatais	Humidícola	Humidícola			
	kg/planta								%
1996	28 a <sup>(2)</sup>	27 a	27 a	31 a	26 a	28 a	15	19	
1997	89 ab	93 a	73 ab	77 ab	66 ab	63 b	30	14	
1998	63 a	73 a	93 a	67 a	67 a	77 a	32	15	
1999	152 a	147 a	156 a	132 a	143 a	145 a	35	8	
2000	208 a	179 a	171 a	167 a	185 a	192 a	51	10	
2001	61 a	55 a	37 a	55 a	58 a	64 a	42	27	
2002	170 a	191 a	167 a	157 a	175 a	168 a	102	21	
2003	130 ab	149 ab	145 ab	127 b	148 ab	156 a	27	7	
2004	195 a	187 a	194 a	206 a	213 a	209 a	41	7	
2005	93 a	100 a	96 a	98 a	103 a	111 a	25	8	
Produção acumulada	1.187 a	1.201 a	1.158 a	1.116 a	1.185 a	1.212 a	266	8	

<sup>(1)</sup> PC (preparo convencional do solo), PF (preparo em faixas do solo) e CI: cultivo intercalar de abacaxi. <sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na linha, para cada safra agrícola e produção acumulada, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. <sup>(3)</sup> DMS: diferença mínima significativa.

tratamento, o sistema de manejo de solo com cobertura vegetal morta, que apresenta melhores resultados sobre a produção de citros (Pacheco et al., 1975; Vasconcellos et al., 1976), mas não é utilizado na prática, por dificuldades operacionais e econômicas (Caetano, 1980).

A produção acumulada de frutos de laranja (safras de 1996 a 2005) não se diferenciou entre os tratamentos, o que demonstra que o PF-Humidícola não compromete a produção das laranjeiras, em relação aos demais tratamentos de manejo das entrelinhas do pomar implantados com o preparo convencional de solo. Esses resultados concordam parcialmente com os de Auler et al. (2004), que obtiveram produção de frutos equivalente entre estes sistemas de preparo de solo para laranja 'Valência' sobre cinco diferentes porta-enxertos, mas inferior para o preparo em faixas, comparado ao convencional, quando utilizado o limoeiro 'Cravo'; essas diferenças podem estar relacionadas com condições diferenciadas de solo e de cobertura vegetal nas entrelinhas, observadas entre estes experimentos.

A ausência de diferenças entre os tratamentos no tocante à produção acumulada de frutos também demonstra que a utilização de cobertura vegetal permanente nas entrelinhas com leguminosa (PC-*Arachis* e PC-Calopogônio) ou com gramínea (PC-Batatais, PC-Humidícola e PF-Humidícola) não comprometeu a produção das plantas, comparada ao tratamento com baixa cobertura do solo (PC-CI/Herbicida), evidenciando, para as condições do presente estudo, a ausência de efeito de uma possível competição

por água entre as plantas de cobertura nas entrelinhas e as laranjeiras (Quadro 3). Esses resultados são respaldados por Fidalski et al. (2006), que verificaram que a gramínea (grama-batatais) não comprometeu as relações hídricas e metabólicas e tampouco a produção de frutos de laranja 'Pêra' no presente experimento.

Resultados desfavoráveis sobre a produção de frutos para o uso da vegetação permanente na entrelinha normalmente têm sido associados à concorrência por água entre a vegetação de cobertura e as plantas cítricas, situação verificada em regiões com deficiência hídrica acentuada e, ou, quando não se controla de forma sistemática e efetiva a vegetação da linha de plantio (Pacheco et al., 1975; Caetano, 1980; Wright et al., 2003). Contudo, quando bem manejada, mesmo em condições hídricas menos favoráveis, é possível obter produção satisfatória do pomar. Tersi et al. (1999) obtiveram produções de frutos de laranja 'Valência' equivalentes entre tratamentos de manejo das entrelinhas com cobertura vegetal espontânea permanente, mantida com roçadas, e de eliminação da vegetação da entrelinha com herbicida ou grade. Da mesma forma, Santinoni & Silva (1995) obtiveram resultados equivalentes em produção de tangerineira com manejos da cobertura vegetal permanente com gramínea (grama Rhodes), comparada a manejos com eliminação da vegetação da entrelinha com herbicida ou grade.

O preparo de solo em faixas com a manutenção da gramínea humidícola (pastagem remanescente) nas entrelinhas (PF-Humidícola) foi o tratamento com influência mais positiva sobre o conjunto das

características químicas do solo (melhoria significativa no pH e nos teores de CO, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e P), com reflexo positivo sobre a nutrição das plantas e com produção de frutos equivalente à dos demais tratamentos com preparo convencional de solo. Esses resultados permitem questionar a recomendação agrônômica que preconiza de forma generalizada o preparo convencional de solo na implantação de pomares de citros. Pode-se também inferir que, em determinadas condições edafoclimáticas, como as do presente estudo, sem a presença de Al trocável em excesso em subsuperfície (Embrapa, 1984) e sem camadas coesas que impediriam o desenvolvimento radicular dos porta-enxertos, a exemplo de Souza et al. (2004, 2006), a implantação dos pomares pode ser realizada com sistemas de preparo de solo de menor impacto sobre o ambiente, como o preparo em faixas aqui avaliado (Figura 1), em que a manutenção de aproximadamente 70 % da cobertura vegetal das entrelinhas reduz consideravelmente os riscos de erosão nestes solos (IAPAR, 1982), mantém maiores teores de CO e reduz custos de implantação dos pomares.

## CONCLUSÕES

1. O preparo do solo em faixas, com a manutenção de gramínea remanescente nas entrelinhas, promoveu melhorias na fertilidade do solo (CO, pH, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e P), com reflexos positivos na nutrição das plantas, mantendo a produção de frutos de laranja 'Pêra', em comparação aos sistemas de manejo com preparo convencional do solo.

2. As plantas de cobertura permanente (gramíneas e leguminosas) utilizadas nas entrelinhas do pomar não comprometeram a produção de laranja.

3. O uso das gramíneas mostrou-se mais indicado do que o das leguminosas como plantas de cobertura permanente nas entrelinhas do pomar, principalmente por sua maior contribuição nos teores de CO no solo.

4. Os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> do solo e os valores de SB, V e CTC mostraram relação com os teores de CO do solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao citricultor e Engenheiro-Agrônomo Osmar Ferrari e família, pela cessão da área experimental e contribuição na condução do experimento.

## LITERATURA CITADA

ANDRETA, G.M.A.C. Valor bruto da produção agropecuária paranaense 1997 e 2004. Curitiba, SEAB/DERAL/DEB, 2006. 89p.

AULER, P.A.M.; FIDASLKI, J.; PAVAN, M.A.; GOMES, J.C. & JACOMINO, A.P. Sistemas de preparo do solo, calagem e porta-enxertos para a produção de laranja Valência na região Noroeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., Florianópolis, 2004. Anais. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 5p. CD-ROM.

CAETANO, A.A. Tratos culturais. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F. & POMPEU JUNIOR, J. Citricultura brasileira. Campinas, Fundação Cargil, 1980. v.2. p.429-444.

CARVALHO, J.E.B.; SOUZA, L.S.; CALDAS, R.C.; ANTAS, P.E.U.T.; ARAÚJO, A.M.A.; LOPES, L.C.; SANTOS, R.C.; LOPES, N.C.M. & SOUZA, A.L.V. Leguminosa no controle integrado de plantas daninhas para aumentar a produtividade de laranja Pêra. R. Bras. Frutic., 24:82-85, 2002.

CHAVES, J.C.D.; GORRETA, R.H.; DEMONER, C.A.; CASANOVA JUNIOR, G. & FANTIN, D. O amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira. Londrina, IAPAR, 1997. 20p. (IAPAR. Boletim Técnico, 55)

CINTRA, F.L.D.; COELHO, Y.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P. & PASSOS, O.S. Caracterização física do solo submetido a práticas de manejo em pomar de laranja Baianinha. Pesq. Agropec. Bras., 18:173-179, 1983.

COELHO, Y.S. Práticas culturais em pomar de citros. Cruz das Almas, Embrapa-CNPMP, 1992. 25p. (Circular Técnica, 16)

CORÁ, J.E.; SILVA, G.O. & MARTINS FILHO, M.V. Manejo do solo sob citros. In: MATTOS JR., D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. & NEGRI, J.D., eds. Citros. Cordeirópolis, Centro APTA Citros Sívio Moreira, 2005. p.347-368.

DE NEGRI, J.D. Práticas culturais para aumento da produtividade de citros. In: SIMPÓSIO DE CITRICULTURA - PRODUTIVIDADE DE CITROS, 3., 1988, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal, Funep, 1988. 308p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina, Embrapa-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. v.1/2, 791p. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27; IAPAR. Boletim Técnico, 16)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2006. 306p.

FIDASLKI, J. & AULER, P.A.M. Levantamento nutricional de pomares de laranja no noroeste do Paraná. Arq. Biol. Tecnol., 40:443-451, 1997.

FIDASLKI, J. & STENZEL, N.M.C. Nutrição e produção da laranja "Folha Murcha" em porta-enxertos e plantas de cobertura permanente na entrelinha. Ci. Rural, 36:807-813, 2006.

FIDASLKI, J. & TORMENA, C.A. Dinâmica da calagem superficial em um Latossolo Vermelho distrófico. R. Bras. Ci. Solo, 29:235-247, 2005.

- FIDALSKI, J. Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região noroeste do Paraná. R. Unimar, 19:845-851, 1997a.
- FIDALSKI, J. Fertilidade do solo sob pastagens, lavouras anuais e permanentes na região noroeste do Paraná. R. Unimar, 19:853-861, 1997b.
- FIDALSKI, J.; MARUR, C.J.; AULER, P.A.M. & TORMENA, C.A. Produção de laranja com plantas de cobertura permanente na entrelinha. Pesq. Agropec. Bras., 41:927-935, 2006.
- FIDALSKI, J.; PAVAN, M.A.; AULER, P.A.M. & JACOMINO, A.P. Produção de frutos de laranjeira Pêra e teores de nutrientes nas folhas e no solo, em Latossolo Vermelho-Escuro do noroeste do Paraná. R. Bras. Ci. Solo, 23:273-279, 1999.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. & SILVA, A.P. Qualidade física do solo em pomar de laranjeira no noroeste do Paraná com manejo da cobertura permanente na entrelinha. R. Bras. Ci. Solo, 31:423-433, 2007.
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS – GPACC. Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo. Laranja, Edição Especial:1-27, 1994.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. Relatório técnico anual 1981. Londrina, 1982. 270p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. A citricultura no Paraná. Londrina, 1992. 288p. (IAPAR. Circular, 72)
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. Cartas climáticas do Paraná, edição ano 2000. versão 1.0. Londrina, 2000. CD-ROM
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- MARCHNER, H. & RÖMHELD, V. In vivo measurement of root-induced pH changes at the soil-root interface: Induced of plant species and nitrogen sources. Z. Pflanzenphysiol. Bodenk., 111:241-251, 1983.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & BLOCH, M.F. Análise química de tecido vegetal. Londrina, IAPAR, 1992. 17p. (IAPAR. Circular, 74)
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. R. Bras. Ci. Solo, 17:411-416, 1993.
- MUZILLI, O. Características do setor primário do noroeste do Paraná - Aspectos agroecológicos. In: ENCONTRO PARANAENSE DE CITRICULTURA, 3., Paranaíba, 1991. Anais. Londrina, AEA-PR/Núcleo de Londrina; AEA-PR/Núcleo de Maringá, 1991. p.51-66.
- NEVES, C.S.V.J. & DECHEN, A.R. Sistemas de manejo de solo em pomar de tangerina Ponkan sobre limão Cravo em Latossolo Roxo. Laranja, 22:167-184, 2001.
- NEVES, C.S.V.J.; FELLER, C. & LARRÉ-LARROUY, M.C. Matéria orgânica das frações de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. Semina Ci. Agr., 26:17-24, 2005.
- PACHECO, E.B.; SILVA, T.C.A.; SANTOS, H.L.; FELDMANN, R.O. & TEIXEIRA, S.L. Efeito do manejo de um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado, sobre o crescimento e produção da laranjeira (*Citrus sinensis* Osbeck cv. 'Baianinha'). Experimentiae, 19:211-238, 1975.
- PAVAN, M.A. & MIYAZAWA, M. Análises químicas de solo: Parâmetros para interpretação. Londrina, IAPAR, 1996. 48p. (IAPAR. Circular, 91)
- PAVAN, M.A.; BINGHAN, F.T. & PRATT, P.F. Chemical and mineralogical characteristics of selected acid soils of state of Paraná, Brazil. Turrialba, 35:131-139, 1985.
- PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M. & ZOCOLER, D.C. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. Londrina, IAPAR, 1992. 40p. (IAPAR. Circular, 76)
- PAVAN, M.A.; VIEIRA, M.J. & ANDRACIOLI FILHO, A. Influence of weeds control management in coffee plantation on exchangeable cations and cation exchange capacity of soil with variable change. Arq. Biol. Tecnol., 38:305-311, 1995.
- POLITANO, W. & PISSARRA, T.C.T. Avaliação por fotointerpretação das áreas de abrangência dos diferentes estados da erosão acelerada do solo em canaviais e pomares de citros. Eng. Agríc., 25:242-252, 2005.
- RUFINO, R.L.; MUZILLI, O. & PAVAN, M.A. Manejo do solo. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A citricultura no Paraná. Londrina, 1992. p.53-90. (IAPAR, Circular, 72)
- SANTINONI, L.A. & SILVA, N.R. Crecimiento, producción y maduración del mandarino común bajo diferentes prácticas de manejo de suelo. Hortic. Argentina, 14:5-11, 1995.
- SOUZA, L.D.; RIBEIRO, L.S.; SOUZA, L.S.; LEDO, C.A.S. & SOBRINHO, A.P.C. Distribuição das raízes dos citros em função da profundidade da cova de plantio em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. R. Bras. Frutic., 28:87-91, 2006.
- SOUZA, L.D.; SOUZA, L.S. & LEDO, C.A.S. Disponibilidade de água em pomar de citros submetido a poda e subsolagem em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. R. Bras. Frutic., 26:69-73, 2004.
- TERSI, F.E.A.; SOUZA, E.C.A. & RIGOLIN, A.T. Efeito de métodos de manejo de plantas daninhas em crescimento, produtividade, qualidade do suco e estado nutricional de um pomar cítrico. Laranja, 20:120-133, 1999.
- VASCONCELLOS, H.O.; ARAÚJO, C.M. & BRITTO, D.P.P.S. Manejo do solo em pomar de laranja Pêra (*Citrus sinensis*). Pesq. Agropec. Bras., 11:43-48, 1976.

- VIEIRA, M.J. Embasamento técnico do subprograma de manejo e conservação do solo – Paraná Rural. Manual técnico do subprograma de manejo e conservação de solo. 2.ed. Curitiba, IAPAR - Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, 1994. p.12-40.
- WRIGHT, G.C.; MCLOSKEY, W.B. & TAYLOR, K.C. Managing orchard floor vegetation in flood-irrigated citrus groves. HortTechnology, 13:668-667, 2003.