

# CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLOS CULTIVADOS COM LARANJEIRA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE MANEJO, NA MICRORREGIÃO DO GUAMÁ (PA)<sup>1</sup>

Iulla Naiff Rabelo Silva REIS<sup>2</sup>  
Antonio Rodrigues FERNANDES<sup>3</sup>  
Norberto Cornejo NORONHA<sup>3</sup>  
Carlos Alberto Costa VELOSO<sup>4</sup>

**RESUMO:** A microrregião do Guamá se constitui no maior pólo de produção citrícola do estado do Pará, que ocupa a sétima posição no cenário nacional. Os solos da microrregião são de baixa fertilidade natural, o que tem contribuído para uma produtividade abaixo da média nacional. Este trabalho tem como objetivo avaliar as características químicas do solo nas linhas e entrelinhas de laranjeiras, submetidas a diferentes níveis de manejo. Foram selecionados seis pomares representativos da microrregião do Guamá-PA, todos com cultivo de laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), enxertada sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck). Selecionou-se, também, uma área reflorestada naturalmente com mais de 30 anos, com características edáficas semelhantes às dos pomares. Na seleção dos pomares, levaram-se em consideração os níveis de manejo baixo, médio e alto, definidos a partir da quantidade de insumos e de tratos culturais utilizados. Considerou-se a uniformidade dos solos (Latossolo Amarelo distrófico) e das plantas (sete anos de implantadas). O conteúdo de matéria orgânica, teores de P e K e dos micronutrientes Cu e Mn foram as características químicas mais limitantes dos solos dos pomares cítricos da região em estudo, os quais se encontram abaixo dos níveis considerados adequados.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** *Citrus sinensis*, Macronutrientes, Micronutrientes, Matéria Orgânica.

---

1 Aprovado para publicação em 13/11/08

2 Engenheira Agrônoma, M.Sc., doutoranda em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. E-mail: naiff\_agro@yahoo.com.br

3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: antonio.fernandes@ufra.edu.br; norberto.noronha@ufra.edu.br

4 Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: veloso@cpatu.embrapa.br

## CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS CULTIVATED WITH ORANGE TREE UNDER DIFFERENT MANAGEMENT LEVELS IN THE MICROREGION OF THE GUAMÁ, STATE OF PARÁ

**ABSTRACT:** The Guamá microregion is the greatest citrus production region in the state of Pará, which occupies the seventh position in the country. The soils present fertility naturally low and productivity below national average. The objective of this study was to evaluate soil chemical characteristics in the rows and inter-rows of orange trees, under different management levels. Six representative orchards in the Guamá microregion were selected, all with “Pear” (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) orange grafted on “Cravo” (*Citrus limonia* Osbeck) lemon trees. A naturally reforested area, more than 30 years old, with similar soil characteristics to those of the orchards, was also selected. In the orchard selection, low, medium and high management levels were taken in consideration and defined based on fertilizer application and cultural practices utilized. Soil uniformity (Dystrophic yellow latosol, Oxisol) and orchard age (seven years of implantation) were also considered. The organic matter content, concentrations of P and K and micronutrients Cu and Mn were the most limiting chemical characteristics for the citric orchard soils studied in the region, below levels considered as adequate.

**INDEX TERMS:** *Citrus sinensis*, Macronutrients, Micronutrients, Organic Matter.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, com um volume de 17,8 milhões de toneladas métricas, representando cerca de 30% da produção mundial. Os Estados Unidos, com aproximadamente 8,3 milhões de toneladas métricas, 19% da produção mundial de laranja, são o segundo produtor mundial (FAO, 2006).

A microrregião do Guamá se constitui no maior pólo de produção citrícola do estado do Pará, que ocupa a 7<sup>a</sup> posição no cenário nacional. Contudo, a produtividade média (16,4 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) ainda é baixa (IBGE, 2004), ficando abaixo da média nacional (22,6 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e da

obtida em São Paulo (25 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), segundo a Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos – ABECITRUS (2006).

Na microrregião do Guamá, o solo predominante é o Latossolo Amarelo distrófico de textura média, com baixa fertilidade natural. Mesmo apresentando tais características de solos, o estado do Pará apresenta condições edafoclimáticas favoráveis à citricultura.

Em função das características edáficas, o manejo adequado destes solos, tanto nas linhas quanto nas entrelinhas, é de extrema importância para a sustentabilidade da produção de citros na microrregião, com destaque para a melhoria das características químicas. No entanto, o que se tem observado são práticas

de manejo inadequadas, o que tem levado à perda da capacidade produtiva dos solos e conseqüentemente ao declínio na produção.

As propriedades químicas dos solos têm sido drasticamente afetadas pelo cultivo sem a reposição adequada e equilibrada dos nutrientes removidos (SANCHES et al., 1999; FERNANDES et al., 2003).

Poucos trabalhos têm sido realizados sobre a citricultura paraense que consideram a fertilidade atual e a condição de vegetação natural como referência. Em outros estudos com citricultura foi constatado um grande número de lavouras nutricionalmente desequilibradas e com solos de baixa fertilidade (FIDALSKI et al., 1999; SANCHES et al., 1999; COELHO; MATOS, 1991; QUAGGIO, 1991).

O manejo das entrelinhas, no cultivo de citros, pode influenciar a produção e as características químicas dos solos, fato ignorado ou para o qual pouca importância tem sido dada pelos produtores da microrregião do Guamá. Alguns pesquisadores têm demonstrado que o manejo adequado das entrelinhas melhora a fertilidade do solo, aumentando os teores de P, K e Mg (BERALDO et al., 2007) e de carbono orgânico (FIDALSKI; AULER, 1997). Já Fidalski et al. (1999) observaram correlações positivas entre a produção e os teores de Ca e Mg e os valores de pH e saturação por bases do solo das entrelinhas, enquanto que com os teores de Al e H + Al a correlação foi negativa.

O desconhecimento dos níveis adequados dos atributos dos solos sob o cultivo de citros, tanto nas linhas quanto nas entrelinhas, pode

comprometer a produtividade e sustentabilidade da lavoura. Por sua vez, o monitoramento das modificações químicas do solo, causadas pelo cultivo contínuo de lavouras, pode fornecer subsídios para a adoção de práticas de manejo que permitam aumentar o rendimento da cultura, minimizando o impacto ambiental. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar as características químicas de um Latossolo Amarelo distrófico, textura média, nas linhas e entrelinhas de laranjais, submetidos a diferentes níveis de manejo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Em 2001, foram selecionados seis pomares representativos da microrregião do Guamá-PA, cultivados com laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertada sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), e plantadas no espaçamento 6,0 x 5,0 m. Selecionou-se também uma área reflorestada naturalmente (VN) com mais de 30 anos, com características edáficas semelhantes às dos pomares, como área de referência. Na seleção dos pomares, levou-se em consideração os seguintes níveis de manejo: baixo (pomar 1=P1 e pomar 2=P2), médio (pomar 3=P3 e pomar 4 =P4) e alto (pomar 5=P5 e pomar 6=P6), definidos a partir da quantidade de insumos e dos tratamentos culturais utilizados. Considerou-se a uniformidade dos solos (Latossolo Amarelo distrófico) e do pomar (sete anos).

As principais características dos níveis de manejo foram: baixo – produtores utilizam

mão-de-obra familiar; não corrigem a acidez do solo; realizaram adubação de plantio com 200 g da formulação 10-28-20 por planta; realizam capinas sempre manuais; normalmente cultivam as entrelinhas com caupi ou mandioca, e a produtividade média é de 35 kg/planta. Médio – produtores utilizam mão-de-obra terceirizada; não realizam correção do solo; adubaram dois anos antes com 1 kg da formulação 10-28-20 por planta, e no ano anterior com 2 kg de esterco de bovino por planta; realizam capinas manuais ou com herbicidas nas linhas; cultivam as entrelinhas com milho ou caupi nos primeiros anos; fazem roçagens das entrelinhas de forma manual ou mecanizada; não fazem análises químicas de solo ou planta, e a produtividade média é de 55 kg/planta. Alto – produtores utilizam mão-de-obra terceirizada; fazem correção do solo a cada três anos, tempo em que ocorreu a última calagem; adubam anualmente com 1,2 kg da formulação 10-28-20 por planta, em duas aplicações, e esterco de bovino (4 kg/planta); realizam controle do mato com herbicidas nas linhas; fazem roçagens mecanizadas ou gradagens nas entrelinhas; esporadicamente fazem análises químicas do solo; fazem pulverizações com micronutrientes, e a produtividade média é de 100 kg/planta.

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, arranjado em fatorial 6 x 2, em que os fatores foram seis pomares, avaliados nas linhas e entrelinhas, com quatro repetições.

As amostragens de solo foram realizadas

no final do período chuvoso (junho) e ao final do período de seca (novembro). Foram usados valores médios das épocas de coletas. A partir de um transecto, em um talhão de cada propriedade, foram definidas plantas equidistantes, onde foram coletadas quatro amostras simples do solo para formar uma composta, em quatro repetições, nas linhas e entrelinhas. Nas linhas, as amostragens foram realizadas a 1 m de distância do caule das plantas, e nas entrelinhas a 1 m de distância da projeção da copa das plantas. Na área de vegetação natural, as amostras foram coletadas seguindo um transecto em pontos equidistantes e nas mesmas distâncias realizadas nos pomares. Nos diferentes pomares (P) e na vegetação natural (VN), as amostras foram coletadas nas profundidades de 0–0,1; 0,1–0,2 e 0,2–0,4 m e submetidas a análises granulométricas (Tabela 1) e características químicas de acordo com metodologia da Embrapa (1997).

Os dados foram submetidos a análises de variância, as médias dos pomares comparadas pelo teste de Scott Knot a 5% de probabilidade, e as linhas e entrelinhas comparadas pelo teste F, em cada profundidade, utilizando o programa estatístico SANEST (ZONTA; MACHADO, 1991).

Tabela 1 - Valores médios para características granulométricas do solo, na profundidade média de 0-0,4 m, coletadas de pomares de laranja e vegetação natural na microrregião do Guamá, PA.

Áreas	Areia	Silte	Argila
		g kg <sup>-1</sup>	
Pomar 1	742	126	132
Pomar 2	755	102	143
Pomar 3	750	102	148
Pomar 4	764	109	127
Pomar 5	739	129	132
Pomar 6	731	121	148
Vegetação natural	746	109	145

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químicas do solo, nas diferentes profundidades, sob cultivo de laranjeiras, foram alteradas em função dos vários tipos de manejos realizados nas linhas e entrelinhas (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Os resultados das análises químicas dos solos, nos diferentes pomares, sugerem que os nutrientes e demais características químicas do solo apresentam algum grau de limitação para a cultura do citros quando se consideram os teores adequados propostos pelo Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros - GPACC (1994), exceto para o P na linha de cultivo do pomar 6 (Tabela 2).

As concentrações de P nos solos dos pomares encontram-se muito baixas tanto nas linhas de cultivo quanto nas entrelinhas, exceto na faixa adubada dos pomares com nível de manejo alto (P5 e P6) (Tabela 2). Nas linhas, independente do nível de manejo utilizado e da profundidade, foram constatados maiores valores de P nos pomares que no solo sob vegetação natural. Este resultado pode ser atribuído ao efeito das adubações realizadas em todos os pomares e pela maior decomposição da

matéria orgânica. Aumentos da concentração de P nas linhas e entrelinhas para diferentes profundidades, em relação à área de mata, foram constatados por Borges e Kiehl (1997) em cultivos de citros e banana, e por Sanches et al. (1999) em cultivo de citros.

Na camada superficial de 0-0,1 m, os pomares com nível de manejo alto (P5 e P6) apresentaram maiores concentrações de fósforo nas entrelinhas (4,96 e 5,74 mg dm<sup>-3</sup>), diferindo significativamente dos demais pomares. Nas entrelinhas de culturas perenes, é comum observar teores muito baixos de P, mesmo naqueles cultivos onde são exploradas as entrelinhas com culturas anuais ou de cobertura, conforme revelaram os resultados obtidos por Fidalski et al. (1999), os quais variaram de 1,1 a 3,1 mg kg<sup>-1</sup>, muito semelhantes aos apresentados neste estudo. O baixo teor de P, nas entrelinhas pode comprometer o rendimento da cultura do citros, tendo em vista que o manejo adequado das entrelinhas pode aumentar os teores de P, K e Mg (BERALDO et al., 2007) e de carbono orgânico (FIDALSKI; AULER, 1997) e, conseqüentemente, a produtividade.

Nos pomares, o K no solo se encontra em concentrações consideradas limitantes da produção ou muito baixas (GPACC, 1994), exceto no nível de manejo alto (P6) até 0,2 m de profundidade (Tabela 2). Observa-se que em todos os níveis de manejo e na profundidade de até 0,2 m houve redução da concentração de K quando comparada à área de vegetação natural,

sugerindo que as adubações potássicas têm sido insuficientes para manter um nível desejável desse nutriente no solo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Sanches et al. (1999) que, trabalhando com pomares adubados, constataram reduções nos teores de K do solo, nas linhas e entrelinhas, em diferentes profundidades, em solo cultivado com citros.

Tabela 2 - Teores de P, K, Ca e Mg das amostras de solo coletadas nas linhas (L) e entrelinhas (EL) de pomares de laranjeira (P) e na vegetação natural (VN), em diferentes profundidades, na microrregião do Guamá, PA.

Pomar <sup>1</sup>	P		K		Ca		Mg	
	L	EL	L	EL	L	EL	L	EL
	mg dm <sup>-3</sup>		-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					
<b>0-0,1 m</b>								
P1	3,17cA	3,25bcA	0,6cA	0,5cfA	15,7cA	9,1bcB	7,2bA	6,9bA
P2	3,78cA	3,68bcA	0,9cA	0,6cA	22,8bA	13,0bB	8,7bA	7,7bA
P3	4,28cA	3,30bcA	0,5cA	0,4cA	11,0cA	6,4cB	9,2bA	6,0bB
P4	2,90cA	2,67cA	0,8cA	0,7cA	23,8abA	8,3bcB	9,0bA	5,1bB
P5	12,10bA	4,96abB	0,9cA	1,0cA	28,6aA	22,4aB	14,1aA	7,9bB
P6	107,81aA	5,74aB	2,1bA	2,0bA	15,5cA	19,5abA	7,8bB	14,8aA
VN	1,31dA	1,31dA	5,5aA	5,5aA	10,5cA	10,5bcA	8,0bA	8,0bA
<b>0,1-0,2 m</b>								
P1	1,64cA	1,44bA	0,3cA	0,3cA	5,1cA	3,1dA	4,7cdA	4,6bA
P2	1,71cA	1,56bA	0,4cB	0,5bcA	10,4bA	7,9bcA	7,0abA	5,5bA
P3	2,62cA	2,18aA	0,3cB	0,2cA	5,8cA	4,2dA	6,2cA	5,9bA
P4	1,49cA	1,87abA	0,4cB	0,6bcA	13,6bA	5,8cdB	9,4aA	8,3aA
P5	5,94bA	2,29aB	0,5cB	0,3cB	19,3aA	14,8aA	8,5abA	5,1bA
P6	27,98aA	1,82abB	1,5bA	0,9bB	9,7bA	10,3bA	3,8dB	8,3aA
VN	0,66cA	0,66cA	5,5aA	5,5aA	9,0bA	9,0bA	4,3cdA	4,3bA
<b>0,2-0,4 m</b>								
P1	0,84bA	0,73aA	0,2cA	0,2cA	1,8dA	1,5dA	3,9cA	3,7bA
P2	0,80bA	1,31aA	0,4bA	0,3bcA	4,9cA	7,5abA	6,8abA	5,5abA
P3	1,43bA	1,33aA	0,2cA	0,2cA	3,6cdA	2,6cdA	4,7bcA	5,2abA
P4	0,92bA	0,77aA	0,4bA	0,6aA	9,7aA	6,3bcA	6,5abA	4,3bA
P5	1,52bA	0,85aB	0,4bA	0,2cB	11,3aA	9,3abA	8,8aA	7,0aA
P6	3,50aA	0,63aB	1,0aA	0,6aA	6,3bcA	7,8abA	5,6bcA	4,6bA
VN	0,35bA	0,35aA	0,4bA	0,4abA	10,5aA	10,5aA	4,3bcA	4,3bA

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na vertical comparam os pomares, e maiúsculas na horizontal comparam linhas e entrelinhas, em cada profundidade, ao nível de 5%.

No pomar 6 (alto nível de manejo), que recebe adubações potássicas em maiores quantidades e regularidade, pode-se observar que na camada subsuperficial (0,2-0,4 m) o teor do K é maior que na vegetação natural (Tabela 2), isto sugere a ocorrência de lixiviação do nutriente, fato que está associado à textura arenosa desta camada do solo (Tabela 1).

Os teores de Ca e de Mg variaram com o nível de manejo e reduziram com a profundidade (Tabela 2). Na camada mais superficial do solo, tanto o Ca quanto o Mg se encontram numa faixa considerada média nas linhas, em pomares de diferentes níveis de manejo (P2, P4 e P5); e baixa nas entrelinhas, exceto no pomar 5, onde se constataram os maiores teores de Ca no solo ( $28,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas linhas e  $22,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas entrelinhas), muito embora a concentração obtida na profundidade de 0,2-0,4 m não tenha diferido estatisticamente da vegetação natural tanto nas linhas quanto nas entrelinhas. Os resultados estão de acordo com o que foi observado por diferentes pesquisadores (BORGES; KIEHL, 1997; SANCHES et al., 1999), que demonstraram que há redução dos teores de Ca e de Mg no solo em áreas cultivadas com citros em relação à vegetação natural, mesmo em áreas que receberam calagem. Teores adequados de Ca e de Mg nas entrelinhas também assumem grande importância para os citros, visto que Fidalski et al. (1999) observaram correlações positivas entre a produção e os teores de Ca e Mg nas entrelinhas.

Teores mais elevados de Ca no solo têm

sido de grande importância para maior número de frutos e produção na cultura de citros em solo de baixa fertilidade natural (FIDALSKI et al., 1999; PAVAN; JACOMINE, 1998). O Ca é o nutriente encontrado em maior teor nas folhas de citros, e a sua carência torna os frutos pequenos e disformes e com suco gelatinizado (MAGALHÃES, 1997). Além disso, a deficiência de Ca provoca queda de folhas, limita o crescimento da parte aérea e do sistema radicular, com efeitos diretos na redução da produtividade do pomar (COELHO; MATOS, 1991). Em se tratando de citros, cultura calcífila, isto é, com altas exigências em cálcio, a calagem se torna ainda de maior importância, como relatado por Marchal e Lacoeuille (1969).

Os resultados obtidos para o carbono orgânico (CO) do solo indicam uma redução significativa do seu conteúdo, independente da posição amostragem, em todos os níveis de manejo, em cada profundidade, em comparação com a vegetação natural (Tabela 3). Isto se justifica porque em nenhum dos pomares estudados são utilizadas práticas de preservação ou que aumentem o CO do solo, muito embora sejam realizadas adubações orgânicas, com baixas doses, em alguns pomares. Provavelmente as reduções nos teores de CO no solo, cultivado com citros nos sistemas de manejo avaliados, seja reflexo da maior exposição do solo e do menor aporte de material orgânico ao longo dos anos de cultivo. Somado a isto, ocorre predominância da fração areia (>70%) em relação ao

silte e a argila (Tabela 1), o que favorece a decomposição da matéria orgânica. Este fato também foi constatado por Sanches et al. (1999) que observaram reduções dos teores de matéria orgânica do solo após ocupação de áreas nativas com o cultivo de citros. Por outro

lado, Fidalski e Auler (1997) constataram que o uso de cobertura (cultivo nas entrelinhas) reestabelece o nível de CO reduzido pelo preparo convencional para implantação da citricultura em áreas anteriormente ocupadas com pastagens.

Tabela 3 - Carbono orgânico (CO), pH, Al e H+Al, nas amostras de solo coletadas nas linhas (L) e entrelinhas (EL) de pomares de laranjeira e na vegetação natural (VN), em diferentes profundidades, na microrregião do Guamá, PA.

Pomar <sup>1</sup>	CO		pH (H <sub>2</sub> O)		Al		H+Al	
	L	EL	L	EL	L	EL	L	EL
	g DM <sup>-3</sup>				-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
<b>0-0,10 m</b>								
P1	8,48 bcA	8,82 bA	4,90 aA	4,83 aA	5,2 aB	7,2 aA	43,0 aB	51,3 aA
P2	5,85 dA	6,73 cA	5,10 aA	4,88 aA	2,3 bA	2,8 bA	31,1 bA	32,1 bcA
P3	9,49 bA	5,82 cB	5,01 aA	4,65 aA	4,7 aA	5,9 abA	28,8 bcB	36,6 bA
P4	8,12 bcA	5,66 cB	5,83 aA	4,96 aA	1,8 cB	5,1 abA	20,7 cA	39,8 bA
P5	8,70 bcA	6,15 cB	5,50 aA	4,96 aA	1,5 cB	3,0 bA	23,6 cB	32,0 bcA
P6	5,99 dA	6,54 cA	5,05 aA	5,25 aA	3,4 bA	1,4 cB	34,6 bA	24,6 cB
VN	21,34 aA	21,34 aA	5,03 aA	5,03 aA	5,0 aA	5,0 abA	28,0 bcA	28,0 cA
<b>0,10-0,20 m</b>								
P1	5,88 bB	7,28 bA	4,70 aA	4,48 aA	10,1 aA	11,6 aA	46,3 aB	50,6 aA
P2	5,43 bcA	5,27 cA	4,82 aA	4,79 aA	4,1 bcA	3,9 cA	35,3 bA	27,8 cB
P3	6,45 bA	4,35 cB	4,85 aA	4,64 aA	5,7 bB	7,1 bA	34,5 bA	37,5 bA
P4	6,14 bA	4,15 cB	5,53 aA	4,99 aA	2,3 cB	6,8 bA	26,5 cB	39,7 bA
P5	5,90 bA	4,79 cA	5,23 aA	4,94 aA	2,3 cB	3,6 cA	23,0 cA	29,6 cA
P6	4,64 cA	4,71 cA	4,59 aA	5,05 aA	6,3 bA	2,4 dB	38,8 bA	23,5 cB
VN	16,61 aA	16,61 aA	4,98 aA	4,97 aA	5,0 bA	5,0 bcA	24,3 cA	24,3 cA
<b>0,20-0,40 m</b>								
P1	4,93 bcA	5,51 bA	4,72 aA	4,57 aA	10,8 aA	10,3 aA	44,6 aA	45,4 aA
P2	3,88 bcA	4,96 bcB	4,50 aA	4,55 aA	6,6 bcA	6,0 bA	31,7 bcA	33,3 bA
P3	4,58 bcdA	3,69 bcB	4,68 aA	4,60 aA	8,0 bA	8,4 abA	36,2 bA	38,2 bA
P4	5,39 bA	3,27 cB	5,19 aA	5,00 aA	3,6 cB	6,0 bA	26,0 cB	32,1 bA
P5	4,91 bcA	3,93 bcB	5,08 aA	4,76 aA	3,5 cA	3,0 cA	19,4 cA	20,5 cA
P6	3,80 cA	3,44 cA	4,79 aA	4,93 aA	7,3 bA	3,5 cB	34,8 bA	23,1 cB
VN	14,62 aA	14,62 aA	4,90 aA	4,90 aA	6,3 bcA	6,3 bA	22,3 cA	22,3 cA

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na vertical comparam os pomares, e maiúsculas na horizontal comparam linhas e entrelinhas, em cada profundidade, ao nível de 5%.

O uso ou não da calagem e substituição da vegetação natural não influenciaram significativamente o pH do solo sob os pomares tanto nas linhas quanto nas entrelinhas, independente do nível de manejo nas profundidades (Tabela 3). No entanto, os valores de pH se encontram em níveis que caracterizam elevada a média acidez do solo (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSMG, 1999). De acordo com o Gpacc (1994), esses valores de pH são considerados baixos (<5) ou médios (5,1 – 5,5) para a cultura do citros. Algumas pesquisas têm demonstrado que a acidez do solo está associada ao desbalanço nutricional da cultura e à diminuição da produção (FIDALSKI et al., 1999; PAVAN; JACOMINE, 1998), assim como ao declínio dos citros (WUTSCHER; PAVAN; PERKINS, 1994).

A mudança da vegetação natural para o cultivo da laranjeira não alterou os teores de Al<sup>+3</sup> no nível de manejo baixo (P1) e médio (P3) na camada superficial do solo tanto nas linhas quanto nas entrelinhas, enquanto que o H+Al (Tabela 3) e a saturação por alumínio (Tabela 4) aumentaram com a profundidade do solo nas linhas e entrelinhas. Os teores de Al nas linhas foram menores ou não diferiram significativamente dos teores nas entrelinhas dos pomares, exceto no pomar 6, que apresentou valores nas linhas significativamente maiores. Além disso, mesmo com maior frequência no uso da calagem, a acidez ativa e potencial, nas diferentes profundidades, foram mais elevadas

na faixa adubada do que nas entrelinhas, mesmo estas apresentando maiores concentrações de Ca e Mg. A redução do pH e o aumento da acidez potencial podem estar relacionados ao uso de adubos nitrogenados nas linhas, o que acelera o processo de acidificação do solo (QUAGGIO, 1991).

Em pomares que fazem uso da calagem, é previsível uma redução das concentrações de Al, principalmente nas camadas mais superficiais e na faixa de correção do solo. Fidalski et al. (1999) verificaram que a produção e o número de frutos de laranjeiras cultivadas em solo de baixa fertilidade se correlacionaram negativamente com os teores de Al e H+Al. Em pomares que receberam adubação, Sanches et al. (1999) constataram valores mais elevados da concentração de H+Al nas linhas da cultura de citros em relação à mata e as entrelinhas. Esse resultado pode ser atribuído à remoção de cátions através da absorção pelas plantas, lixiviação e erosão (QUAGGIO, 1991).

Os valores de soma de bases (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos da camada superficial são considerados baixos e não foram influenciados pelos diferentes tipos de manejo (Tabela 4). Os baixos valores de SB e CTC são característicos de solos com elevado grau de intemperização e baixo teor de argila. Nas entrelinhas, nas profundidades de 0-0,1m e 0,1-0,2m, ocorreu uma redução da SB no nível de manejo baixo e um aumento no nível de manejo alto em relação à vegetação natural.

Considera-se que a redução da CTC

seja atribuída a alterações na quantidade de matéria orgânica e no pH, particularmente em áreas cultivadas por longos períodos. No entanto, as maiores concentrações de CO na

vegetação natural não se refletiram em maiores CTCs do solo, quando comparadas às CTCs dos pomares, contrariando os resultados obtidos por Sanches et al. (1999).

Tabela 4 - Soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V) e por alumínio (m), em amostras de solo coletadas nas linhas (Li) e entrelinhas (EL) de pomares de laranjeira e na vegetação natural (VN), em diferentes profundidades, na microrregião do Guamá, PA.

Pomar <sup>1</sup>	SB		CTC		V		m	
	L	EL	L	EL	L	EL	L	EL
	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				----- % -----			
<b>0-10 cm</b>								
P1	23,8cdA	16,7dA	66,8aA	68,0aA	35,82cA	24,85cB	17,81aB	30,28aA
P2	32,8bA	21,5cA	63,9aA	53,6bB	49,44bA	40,63bB	8,34bcB	11,59bA
P3	21,0dA	13,1dA	49,8bA	49,6bA	43,11bcA	26,26cB	18,35aB	32,84aA
P4	34,0bA	14,4dA	54,7bA	54,1bA	62,53aA	27,07cB	5,24cB	25,87bA
P5	44,1aA	31,5bA	67,6aA	64,8aA	62,38aA	45,59bB	5,16cB	12,78cA
P6	26,0cA	37,0aA	60,6aA	61,6aA	44,14bB	60,45aA	12,64bA	3,54dB
VN	24,3cdA	24,3cA	52,3bA	52,3bA	46,49bA	46,49bA	17,94aA	17,95bcA
<b>10-20 cm</b>								
P1	10,4dA	8,2cB	56,6aA	58,8aA	18,55dA	13,96dB	49,51aB	58,94aA
P2	18,0cA	14,1bB	53,4aA	41,9cB	32,93cA	34,32cA	21,39cA	22,83cA
P3	12,6dA	10,6bcB	47,1bA	48,1bA	26,98cA	21,51cdA	31,35bB	42,01bA
P4	23,8bA	11,2bcA	50,3abA	50,9bA	47,32bA	22,67cB	9,74dB	37,33bA
P5	28,5aA	20,4aB	51,5abA	49,9bA	56,71aA	40,56abB	9,12dB	18,23cA
P6	15,6cdB	19,8aA	54,4aA	43,4cB	30,18cB	46,54aA	28,98bA	11,22dB
VN	19,0cA	19,0aA	43,2bA	43,2cA	44,09bA	44,09aA	20,68cA	20,68cA
<b>20-40 cm</b>								
P1	6,0dA	5,6dA	50,6aA	50,9aA	12,10eA	11,12dA	64,89aA	65,22aA
P2	12,3bA	13,6abA	44,0abA	46,9abA	28,17cA	29,34cA	35,56cA	31,86cA
P3	8,6cdA	8,3cdA	44,8abA	46,5abA	19,93dA	17,18dA	48,58bA	51,19bA
P4	16,8abA	11,6bcB	42,8abA	43,7bA	38,32bA	27,48cB	19,42dB	32,74cA
P5	20,6aA	16,7aB	40,0bcA	37,1cB	51,02aA	45,49aB	16,24dA	17,29eA
P6	13,4bcA	13,4abA	48,1aA	36,4cB	28,39cB	37,40bA	36,41cA	21,90dB
VN	14,6bcA	14,6abA	36,9cA	36,9vA	40,19bA	40,19abA	30,50cA	30,50Ca

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na vertical comparam os pomares, e maiúsculas na horizontal comparam linhas e entrelinhas, em cada profundidade, ao nível de 5%.

A saturação por bases (V) dos solos variou entre os pomares e a vegetação nativa, e não está relacionada ao nível de manejo (Tabela 4). Na camada superficial, apenas o pomar 1, com nível de manejo baixo, apresentou redução significativa da saturação por bases, enquanto que nos pomares P4 e P5 constataram-se aumentos significativos nas linhas de plantio. Considerando-se as profundidades de 0,1-0,2 m e 0,2-0,4 m, apenas o pomar 5 apresentou aumento significativo da V (Tabela 4). Nas entrelinhas, o pomar 6 apresentou a maior V na camada superficial. A maioria dos pomares (P1, P2, P3 e P6) apresentou V considerada baixa nas linhas de plantio, enquanto que nas entrelinhas apenas o pomar 6 apresentou V média, de acordo com Gpacc (1994).

Os teores de Cu no solo dos pomares são considerados muito baixos, nas linhas e entrelinhas e em todas as profundidades, de acordo com as classes de interpretação estabelecidas pela Cfsmg (1999), sendo observada variação no teor deste micronutriente nos diferentes pomares estudados (Tabela 5). Essas variações, no entanto, não estão associadas ao nível de manejo. A disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, matéria orgânica e, principalmente, do pH do solo (BATAGLIA, 1988). Segundo Graça (1999), a elevação do pH pela calagem, o emprego da matéria orgânica e da adubação fosfatada promovem reduções na disponibilidade de Cu no solo. Defensivos orgânicos com o cobre em sua composição têm sido utilizados com muita

freqüência entre os citricultores. Apesar de a calagem não ser uma prática comum entre os citricultores da microrregião do Guamá, esta vem sendo utilizada com alguma freqüência por alguns produtores, o que pode justificar as variações e os baixos teores observados nos pomares avaliados.

Os teores de Fe nas linhas e entrelinhas em todas as profundidades foram considerados altos (CFSMG, 1999), com exceção do pomar 3, que apresentou teores elevados desse nutriente apenas nas entrelinhas da cultura (Tabela 5). De uma maneira geral, houve aumento no teor de Fe com o aumento da profundidade. Em solos tropicais com elevados teores de Fe, o P inorgânico é adsorvido aos óxidos de Fe formando compostos de baixa solubilidade (NOVAIS; SMYTH, 1999), o que pode diminuir a assimilação de P pelas plantas e, conseqüentemente, a produção.

Os teores de Mn nos vários pomares e em todas as profundidades podem ser considerados muito baixos (CFSMG, 1999). Nos diferentes níveis de manejo utilizados, os maiores teores de Mn foram verificados nas linhas da cultura. Observa-se, também, que os teores desse elemento tanto nas linhas quanto nas entrelinhas da cultura reduzem em praticamente todos os níveis de manejo. Os baixos teores de Mn dos solos da região estudada, provavelmente, são devidos à aplicação inadequada de fertilizantes. Segundo Brasil e Veloso (1999), cerca de 99% dos solos cultivados com citros na microrregião do Guamá-PA apresentam de baixa a moderada

acidez, fato que, de certa forma, serve para os resultados obtidos. Vitti et al. (1992) citam a ocorrência generalizada de deficiência desse elemento em citros, mesmo em solos ácidos, devendo seu fornecimento ser suprido via pulverizações foliares. Segundo Coelho e

Matos (1991), sintomas foliares de deficiência de Mn nos pomares cítricos da Bahia são freqüentes, ficando em segundo lugar em termos de ocorrência, sendo superado apenas pelas deficiências de Zn.

Tabela 5 - Teores de micronutrientes em amostras de solo coletadas nas linhas (L) e entrelinhas (EL) de pomares de laranja, em diferentes profundidades, na microrregião do Guamá, PA.

Pomar <sup>1</sup>	Cu		Fe		Mn		Zn	
	L	EL	L	EL	L	EL	L	EL
-----mg dm <sup>-3</sup> -----								
<b>0 – 0,1 m</b>								
P1	0,09 dA	0,11 bcA	23,09 bA	26,91 bA	0,20 cA	0,27 abA	1,83 cA	1,16 cA
P2	0,30 aA	0,19 bB	17,01 cB	24,50 bA	0,61 aA	0,19 bcB	1,33 cB	4,28 aA
P3	0,10 cA	0,09 cA	31,30 bA	28,25 bA	0,23 cA	0,14 cB	1,37 cA	1,69 cA
P4	0,16 bcA	0,18 bA	45,87 aA	50,78 aA	0,23 cA	0,22 abA	3,45 bA	1,35 cb
P5	0,13 bcA	0,15 bA	18,05 cA	19,47 cA	0,20 cA	0,18 bcA	4,30 aA	3,40 bB
P6	0,21 bB	0,31 aA	28,68 bB	55,09 aA	0,37 bA	0,30 aB	1,22 cB	2,18 bcA
<b>0,1 – 0,2 m</b>								
P1	0,07 bA	0,09 cA	29,22 bcA	31,89 dA	0,17 abA	0,12 aB	0,72 cA	0,40 cB
P2	0,15 aA	0,17 aA	24,35 cB	41,64 cA	0,21 aB	0,09 aB	4,72 aA	1,24 bB
P3	0,09 bA	0,09 cA	45,42 aA	44,07 cA	0,09 bA	0,11 aA	0,81 cA	0,63 bcA
P4	0,16 aA	0,19 aA	43,33 aB	71,29 aA	0,14 abB	0,17 aA	1,88 bA	0,84 bB
P5	0,14 aA	0,13 bA	36,25 bA	24,68 dB	0,19 abA	0,12 aB	4,66 aA	2,87 aA
P6	0,19 aA	0,14 bB	44,19 aB	58,83 bA	0,24 aA	0,11 aB	0,91cA	0,36 cB
<b>0,2 – 0,4 m</b>								
P1	0,07 cA	0,10 cA	43,76 aA	39,65 cA	0,08 aB	0,13 bA	0,35 bA	0,29 aA
P2	0,02 dB	0,18 aA	31,68 cA	34,50 cA	0,11 aB	0,21 aA	5,58 aA	0,89 aB
P3	0,08 cA	0,08 cA	46,32 aA	39,69 cA	0,08 aA	0,10 bA	0,37 bA	0,56 aA
P4	0,21 Aa	0,17 aA	42,52 abB	86,57 aA	0,11 aA	0,07 bB	1,13 bA	0,67 aB
P5	0,13 bcA	0,13 bA	38,25 cA	39,10 cA	0,10 aA	0,08 bA	0,91 bA	0,52aB
P6	0,13 bcA	0,13 bA	49,07 aB	60,12 bA	0,17 aA	0,11 bA	0,74 bA	0,33aB

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na vertical comparam os pomares, e maiúsculas na horizontal comparam linhas e entrelinhas, em cada profundidade, ao nível de 5%.

Os resultados referentes aos teores de Zn (Tabela 5) foram classificados como adequados em relação aos padrões estabelecidos pela Cfsmg (1999). De uma maneira geral, a concentração de Zn foi maior nas linhas da cultura, na maioria dos pomares. Estes resultados estão de acordo com o que foi observado por Rodriguez (1991), em estudo feito com a cultura de citros. Entretanto, difere daqueles apresentados por Graça (1999), na mesma microrregião do Guamá, que observou que 81,8% dos pomares apresentaram níveis baixos deste micronutriente.

Os níveis satisfatórios de Zn observados nos solos do presente estudo podem ser atribuídos à adubação orgânica e química. Tem sido observada deficiência de Zn em solos cultivados com citros, principalmente aqueles de baixa fertilidade natural, limitando a produtividade e a qualidade dos frutos (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001).

#### 4 CONCLUSÃO

O cultivo de citros alterou as características químicas do solo, onde os teores de matéria orgânica P e K foram as variáveis que apresentaram mais limitações para a cultura na região.

Ocorreram variações nos teores dos micronutrientes do solo tanto nas linhas como nas entrelinhas dos pomares de citros. Contudo, Cu e Mn foram os mais limitantes.

Os solos das áreas cultivadas com citros apresentaram características químicas abaixo

do nível considerado adequado, indicando que é necessária a aplicação de corretivos e de adubações equilibradas para se alcançar melhores produtividades e sustentabilidade da cultura.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES CÍTRICOS. *Informativo Abecitrus*. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>>. Acesso em: 22 maio 2006.

BATAGLIA, O. C. Micronutrientes: disponibilidade e interações. In: BORKERT, C.M. (Ed.). *Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: Embrapa-CNPSO/IAPAR/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.121-132.

BERALDO, J.M.G.; AULER, P.A.M.; PAVAN, M.A.; FIDALSKI, J.. Reciclagem de nutrientes num pomar de laranja “Pêra” com diferentes Sistemas de preparo de solo e cobertura vegetal In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. *Resumos...* Gramado: SBCS, 2007.

BORGES, A.L.; KIEHL, J.C. Cultivo de frutíferas perenes e de mandioca sobre as propriedades químicas de um Latossolo Amarelo álico de Cruz das Almas (BA). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.2, p.341-345, 1997.

BRASIL, E. C.; VELOSO, C. A. C. Propriedades químicas de solos cultivados com laranja no Estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.21, n.1, p.88-91, abr. 1999.

COELHO, Y. da S.; MATOS, C.R.R. Levantamento nutricional de pomares cítricos da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.26, n.3, p.335-340, 1991.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; (5ª aproximação)*. Viçosa (MG), 1999. 359p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos e análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212p. (Documentos 1).

FAO. *Agriculture – Agricultural Production*, 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 22 maio. 2006.

FERNANDES, A.R.; REIS, I.N.R.S.; NOGUEIRA, E.L.S.; SANTOS, A.A.R.; SIQUEIRA, J.D. Propriedades químicas das entrelinhas de pomares cítricos submetidos a diferentes níveis de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. Ribeirão Preto, *Resumos expandidos* ... Ribeirão Preto: SBCS, 2003.

FIDALSKI, J.; AULER, P.A.M. Levantamento nutricional de pomares no Noroeste do Paraná. *Arq. Biol. Tecnol.*, v.40, p.443-451, 1997.

\_\_\_\_\_; PAVAN, M.A.; AULER, P.A.M.; JACOMINO, A.P. Produção de frutos de laranja pêra e teores de nutrientes nas folhas e no solo, em Latossolo Vermelho Escuro do Noroeste do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.273-279, 1999.

GRAÇA, J.J. da C. *Aplicação do DRIS na avaliação nutricional da laranja no estado do Pará*. 1999. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1999.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendações de adubação e calagem para citros no estado de São Paulo. *Laranja*, Cordeirópolis, v.15, p.1-27, 1994. Edição Especial.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes 2004*. Rio de Janeiro, 2004. v.31. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 maio 2006.

MAGALHÃES, A.F. de J. *Citrus nutrição e adubação*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1997. 37p. (Circular Técnica, 28).

- MARCHAL, J.; LACOEUILHE, J.J. Bilan minéral du mandarinier "wilking" *Fruits*, v.24, n.6, p.299-318, 1969.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa (MG): UFV. DPS, 1999. 399p.
- PAVAN, M.A.; JACOMINE, A.P. Root growth and nutrient contents of citrus rootstocks in an acid soil with varied pH. *Ci. Cult.*, v.50, p.56-59, 1998.
- QUAGGIO, J.A. *Respostas da laranjeira valência (Citrus sinensis L. Osbeck) sobre limoeiro cravo (Citrus limonia L. Osbeck) a calagem e ao equilíbrio de bases num Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa*. 1991. 107p. Tese (Doutorado) - ESALQ, Piracicaba, 1991.
- \_\_\_\_\_; PIZA JUNIOR, C. T. Micronutrientes para frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. (Ed.). *Micronutrientes tóxicos e metais pesados na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. p.459-491.
- RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O. (Ed.). *Citricultura brasileira*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.2, p.419-475.
- SANCHES, A.C.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; RIGOLIN, A.T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um Podzólico Vertmelho-Amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.23, n.1, p.91-99, 1999.
- VITTI, G.C.; DONADIO, L.C.; DELARCO, R.D.; MALAVOLTA, E.; CABRITA, J.R.M. Influence of soil and leaf applications of micronutrients on yields and fruit quality of *Citrus sinensis* Osbeck, variety Pera. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM FOR THE OPTIMIZATION OF PLANT NUTRITION, 8., 1992, Lisboa. *Proceedings...* Dordrech: Kluwer Academic, 1992
- WUTSCHER, H.K.; PAVAN, M.A.; PERKINS, R.E. A survey of mineral elements in the leaves and roots of citrus variegated chlorosis (or Amarelinho) affected orange trees and 45 acid extrants elements in the soil of orchards in northern São Paulo and southern Minas Gerais. *Arq. Biol. Tecnol.*, v.37, p.147-156, 1994.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: UFPel - Departamento de Matemática e Estatística, 1991. 101p.