

VALDOMIRO TORMEM

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E NUTRICIONAIS DE LARANJEIRA
'VALÊNCIA' ADUBADA COM RESÍDUO DA PRODUÇÃO DO SUCO
CÍTRICO**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

VALDOMIRO TORMEM

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E NUTRICIONAIS DE LARANJEIRA
'VALÊNCIA' ADUBADA COM RESÍDUO DA PRODUÇÃO DO SUCO
CÍTRICO**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2008**

Dedico este trabalho aos meus pais, Vitório e Odila, *in memoriam*, que me ensinaram a importância do trabalho com a terra e conhecimentos; à minha companheira Maria José e aos meus filhos Roselene Teresinha, Roberto Fernando e Fábio, que me ensinaram o significado da vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA – DAG); aos professores e funcionários, pela oportunidade de realização do Curso;

Ao meu orientador, Professor Dr. Carlos Alberto de Bastos Andrade e Dr. José Ozinaldo Alves de Sena, pelos ensinamentos, amizade, paciência e apoio na condução dos trabalhos;

Aos Professores Drs. José de Deus Viana da Mata, Cássio Antonio Tormena, José Usan Torres Brandão Filho e José Marcos de Bastos Andrade, pelo incentivo à realização do curso;

À Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-PR) e aos companheiros de extensão, pelos anos que me acolheram em minha vida profissional;

À Cooperativa Agroindustrial Ltda (Cocamar), na pessoa do Eng. Agrº. José Fernandes Jardim Jr, pelo apoio e exemplo de vida;

À Cocamar Indústria de Suco, na pessoa do Eng. Agrº. Antonio Ailton Basso, pela compreensão e apoio na execução do trabalho.

Agradecimento especial à Farmacêutica Cláudia Siman de Campos e Engº de Alimentos Bom Filho Xavier Júnior, pelo apoio e orientação no processo de industrialização da laranja.

À equipe técnica de citros da Cocamar pelo incentivo, apoio e companheirismo.

À Bibliotecária Marlene Gonçalves Curty, pela orientação na normatização deste trabalho.

Ao colega Higo Forlan Amaral, pela preciosa ajuda na discussão inicial e implantação do experimento a campo e aos colegas Rafael Raccanello Barreto e Marcelo Fracaro pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos meus filhos Roselene, Roberto Fernando e Fábio, pelo auxílio nos trabalhos de informática;

À minha família, irmãos, irmãs e amigos, pelo apoio e incentivo na realização do trabalho.

BIOGRAFIA

VALDOMIRO TORMEM, filho de Vitório Tormem e Odila Maggioni Tormem, nascido em Chapecó, Estado de Santa Catarina, no dia 15 de maio de 1947.

Em março de 1972, ingressou na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – Unesp Campus de Botucatu – São Paulo, tendo-se diplomado em Engenharia Agrônômica, em dezembro de 1975.

Em janeiro de 1976, ingressou na Emater - PR, onde exerceu a função de extensionista até sua aposentadoria, em outubro de 2001.

Em março de 2002, matriculou-se no curso de mestrado no Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá, concluindo em fevereiro de 2004.

Em março de 2004, matriculou-se no curso de doutorado no Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá.

É proprietário da empresa Tormem e Tormem Consultoria Agropecuária Ltda e instrutor do Senar - PR, desempenhando consultoria e treinamentos à cooperativas agrícolas e produtores rurais.

É casado com Maria José Tedesco Tormem e pai de três filhos.

Em fevereiro de 2008, apresentou-se à banca para defesa de tese de doutorado.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CITRICULTURA: EVOLUÇÃO HISTÓRICA	3
2.2. CITRICULTURA DO PARANÁ	5
2.3. MEIO AMBIENTE E UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS	8
2.4. NUTRIÇÃO, CALAGEM E ADUBAÇÃO	12
2.5. PROCESSO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE SUCO E DO EFLUENTE “ÁGUA AMARELA”	16
2.6. MANEJO DE SOLO PARA CULTIVO DE CITROS	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1. HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO ...	32
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	32
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	33
3.4. CALAGEM E ADUBAÇÃO QUÍMICA DO SOLO	34
3.5. TRATOS CULTURAIS	38
3.6. COLETA DOS DADOS EXPERIMENTAIS	38
3.6.1. Características do solo – concentração de nutrientes no solo e pH	38
3.6.2. Teor foliar de nutrientes	39
3.6.3. Características fitoténicas	39
3.6.3.1. Diâmetro do caule	39
3.6.3.2. Área da copa	39
3.6.3.3. Altura da planta	40
3.6.3.4. Análise da qualidade dos frutos	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41

4.1. CARACTERÍSTICAS DO SOLO	41
4.1.1. pH em CaCl ₂ e H ₂ O	42
4.1.2. Cálcio (Ca ⁺²)	45
4.1.3. Magnésio (Mg ⁺²)	47
4.1.4. Potássio (K)	49
4.1.5. Fósforo (P)	51
4.1.6. Matéria Orgânica (M.O)	53
4.2. TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES	55
4.3. CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantidade de “água amarela” $L\ pl^{-1}$, N (g), P_2O_5 (g) e K_2O (g), aplicada via solo, na laranjeira ‘Valência’ nos anos de 2004 e 2005. Maringá – 2008	33
Tabela 2	Resultados da análise química e física do solo, retirado antes da instalação do experimento, para macro e micronutrientes, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade. Maringá – 2008	35
Tabela 3	Resultado analítico de macronutrientes, micronutrientes e metais pesados, do efluente “água amarela”, nos anos de 2004 e 2005. Laboratório de Agroquímica e Meio-ambiente, da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá – 2008 ...	37
Tabela 4	Resumo da Análise de Variância para as variáveis de solo pH em H_2O e $CaCl_2$, Ca, Mg, K, P e MO em função das doses de efluente “água amarela” e profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Maringá – 2008	41
Tabela 5	Contrastes de doses do efluente “água amarela” $L\ pl^{-1}$ com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável pH ($CaCl_2$) no solo. Maringá – 2008	43
Tabela 6	Contrastes de doses do efluente “água amarela” em $L\ pl^{-1}$ com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável pH (H_2O) no solo, Maringá – 2008	44
Tabela 7	Contrastes de doses do efluente “água amarela” $L\ ha^{-1}$ com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável teor de cálcio no solo ($cmol_c\ dm^{-3}$). Maringá – 2008	45
Tabela 8	Contrastes de doses do efluente “água amarela” $L\ pl^{-1}$, com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Magnésio no solo ($cmol_c.dm^{-3}$). Maringá – 2008	48
Tabela 9	Contrastes de doses do efluente “água amarela” $L\ pl^{-1}$, com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Potássio no solo ($cmol_c.dm^{-3}$). Maringá – 2008	50

Tabela 10	Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl ⁻¹ , com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Fósforo no solo (mg dm ⁻³). Maringá – 2008	52
Tabela 11	Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl ⁻¹ , com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Matéria Orgânica no solo (g dm ⁻³). Maringá – 2008	54
Tabela 12	Resumo da Análise de Variância para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Zn e B em função das doses de efluente “água amarela”. Maringá – 2008	55
Tabela 13	Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl ⁻¹ , com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para as variáveis B e N na folha (mg kg ⁻¹ para B e g kg ⁻¹ para N). Maringá – 2008	57
Tabela 14	Resumo da Análise de Variância para altura da planta, área média da copa, diâmetro do caule, SST e ‘Ratio’, em função da aplicação de diferentes doses de “água amarela”. Maringá – 2008	58
Tabela 15	Médias observadas para variáveis altura da planta, área da copa, diâmetro do caule, SST e ‘Ratio’, em função de aplicação de diferentes doses de “água amarela”. Maringá – 2008	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Varição do pH (CaCl_2) em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008	43
Figura 2	Varição do pH (CaCl_2) em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	44
Figura 3	Varição do pH (H_2O) em função de doses do efluente “água amarela” no solo na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008	44
Figura 4	Varição do pH (H_2O) em função de doses do efluente “água amarela” no solo na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	45
Figura 5	Comportamento do teor de Cálcio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008	46
Figura 6	Comportamento do teor Cálcio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	47
Figura 7	Varição do teor de Magnésio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008	48
Figura 8	Varição do teor de Magnésio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	49
Figura 9	Varição do teor de Potássio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008. Maringá – 2008	50
Figura 10	Varição do teor de Potássio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	51
Figura 11	Varição do teor de Fósforo no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008	52

Figura 12	Varição do teor de Fósforo no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	53
Figura 13	Comportamento do teor de Matéria Orgânica no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008	54
Figura 14	Comportamento do teor de Matéria Orgânica no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008	55
Figura 15	Varição do teor de Boro na folha em função de doses do efluente “água amarela”. Maringá – 2008	57
Figura 16	Varição do teor de Nitrogênio na folha em função de doses do efluente “água amarela”. Maringá – 2008	58

RESUMO

TORMEM, Valdomiro, DS., Universidade Estadual de Maringá. Fevereiro de 2008. **Características fitotécnicas e nutricionais de laranjeira ‘Valência’ adubada com resíduo da produção do suco cítrico.** Orientador: Dr. Carlos Alberto de Bastos Andrade. Co-Orientadores: Drs. Altair Bertonha, José Ozinaldo Alves de Sena, José Marcos de Bastos Andrade e Carlos Alberto Scapim.

Na industrialização de alimentos, a produção de efluentes é uma preocupação constante para o segmento industrial, em relação ao seu destino e poluição ambiental. O presente trabalho foi realizado na Fazenda Ypiranga, da Cocamar – Indústria de Sucos, Paranavaí – Estado do Paraná, e teve como objetivo avaliar os efeitos do efluente “água amarela” na adubação da laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis*, (L) Osbeck), enxertada sobre limoeiro ‘cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), em plantas com dois anos de idade no espaçamento de 3,5 x 7,0 m, cultivado em Latossolo Vermelho distrófico (LVd). O experimento foi conduzido com aplicação de água durante dois anos consecutivos. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em sete tratamentos com cinco repetições. Foram considerados os seguintes tratamentos: sem “água amarela” e sem adubo químico, 200 L, 400 L, 600 L, 800 L, 1000 L de “água amarela” e sem “água amarela” e com adubo químico. As aplicações de água e adubos foram realizadas no período de maio a dezembro de 2004 e 2005. Foram avaliadas as seguintes variáveis respostas: reação aos atributos do solo ($\text{pH}_{\text{água}}$ e $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$, M.O., P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , e CTC), atributos nutricionais da folha (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn e B), parâmetros fitotécnicos (altura da planta, diâmetro do caule e superfície mediana da copa), e qualidade da fruta (a relação açúcar/acidez ‘ratio’ (R) e a relação sólidos solúveis total (SST)). Os atributos pH em cloreto de cálcio e água e potássio no solo responderam à aplicação de doses crescentes de efluente “água amarela”, não ocorrendo significância ($p > 0,05$) para as demais variáveis de solo. Os níveis de boro, $44,92 \text{ g kg}^{-1}$ e nitrogênio $12,67 \text{ g kg}^{-1}$ na folha, apresentam resultados inferiores em relação ao tratamento-testemunha (sem ‘água amarela’) a qual apresentou $72,22$ e $15,80 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente para boro e

nitrogênio. Não houve resultado significativo para as demais variáveis fitotécnicas (altura da planta, diâmetro do caule, superfície mediana da copa), 'ratio' e sólidos solúveis total.

Palavras-chave: “água amarela”, água residuária, laranja Valência, *Citrus sinensis*, qualidade de frutos, meio ambiente.

ABSTRACT

TORMEM, Valdomiro, DS., State University of Maringá. February 2008. **Phytotechnical and nutritional characteristics of the Valencia orange fertilized by citric juice waste.** Adviser: Dr. Carlos Alberto Bastos de Andrade. Co-Advisers: Drs. Altair Bertonha, Ozinaldo Jose Alves de Seine, José Marcos Bastos de Andrade and Carlos Alberto Scapim.

In food industrialization the production of waste is a constant concern for the industrial segment especially with regard to their final deposition and to environmental pollution. Current research, carried out on the Fazenda Ypiranga, Cocamar Juice Industry, Paranavaí PR Brazil, assessed the effects of effluent “yellow water” in the fertilization of the Valencia orange (*Citrus sinensis*, (L) Osbeck), grafted on the carnation lemon (*Citrus limonia*, Osbeck) in two-year-old plants, spacing 3.5 x 7.0 m, cultivated in Red Dystrophic Latisol (LVd). Experiment was conducted with application of water for two consecutive years. A totally randomized design was employed, with seven treatments and five repetitions. The following treatments were used: No “yellow water” and without chemical fertilizer, 200 L, 400 L, 600 L, 800 L, 1000 L “yellow water” and without “yellow water” and with chemical fertilizer. Applications of water and fertilizer were conducted from May to December 2004 and 2005. Variables evaluated comprised reaction to soil attributes (pH_{water} and $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$, MO, P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and CTC), nutritional attributes of leaves (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn and B), phytochemical parameters (plant’s height, stem diameter, median surface of tree top), quality of fruit (the relationship sugar / acid ratio (R) and the relationship total soluble solids (TSS). pH in calcium chloride and water and potassium in the soil responded to applications of dose increases in effluent yellow water. There was no significant ($p > 0.05$) occurrence for other soil variables. Levels of boron (44.92 g kg^{-1}) and of nitrogen (12.67 g kg^{-1}) on leaves showed lower results than that of control (without yellow water). This featured 72.22 and 15.80 g kg^{-1} for boron and nitrogen, respectively. There was no significant result for the other phytotechnical

variables (plant height, the stem diameter, mean area of tree top), ratio and total soluble solids.

Key words: “yellow water”; wastewater; Valencia orange; *Citrus sinensis*, fruit quality; environment.

1. INTRODUÇÃO

Na fruticultura mundial, os citros ocuparam o primeiro lugar, com um volume físico de produção que alcançou 22,8% (93,8 milhões de t) da produção total mundial (411,6 milhões de t), à frente da produção de bananas, uvas e maçãs. Deste volume, 63,2% são representados pela laranja, a qual veio a se constituir na rainha das frutas, por ser a mais conhecida e apresentar maior volume de produção e consumo. Apesar de ser cultivada em mais de 100 países, o Brasil (34,8%) e USA (17,8%) detiveram 52,6% da produção mundial. No Brasil, com mais de 1/3 da produção mundial, apenas quatro Estados (São Paulo, Sergipe, Bahia e Minas Gerais) detêm 94% da produção, destacando-se o Estado de São Paulo, responsável por 82,9% da produção nacional (NEVES, 1995). Em termos de divisas, somente as exportações de suco concentrado de laranja captaram, em 2007, 2,25 bilhões de dólares (BOTEON, 2008).

A cadeia citrícola movimentou, em 2003, US\$ 3,23 bilhões. O sistema agroindustrial citrícola representa 1,87% da pauta total de exportações brasileiras e 4,47% das exportações brasileiras de produtos do *agribusiness*, representando valores em torno de US\$ 1,33 bilhões por este sistema em todas suas exportações. O Suco Concentrado e Congelado de Laranja - SCCL é responsável por 72% do valor destas exportações. O Estado de São Paulo concentra 79% da produção brasileira, sendo responsável por 95% das exportações de suco de laranja. O SCCL ocupou a segunda posição nas exportações paulistas em 2003, gerando 400 mil empregos diretos e indiretos. Para cada US\$ 10 mil investidos na fruticultura, geram-se cinco empregos diretos e indiretos, em impostos federais, o sistema agroindustrial citrícola recolheu US\$ 139,41 milhões em 2003, e o valor de fretes, dos insumos, em torno de US\$ 103,5 milhões, e o de pedágio, em torno de US\$ 14,1 milhões (NEVES et al., 2004).

O Estado do Paraná, importante produtor de grãos, na década de 90, iniciou a produção de citros. Atualmente, desponta como importante produtor de suco concentrado, destinado à exportação, com 2% da produção nacional, representando importante fonte de divisas e geração de empregos para o Estado (TORMEM, 2004).

Para a manutenção de altas produtividades, redução de custos de produção e competitividade no mercado, um dos fatores imprescindíveis é a nutrição/adubação dos pomares. Várias são as técnicas e formas disponíveis para obtenção e aumento da produtividade na citricultura. A adubação é uma das práticas que oferece maior resultado em produtividade. Atualmente, têm-se utilizado, como forma predominante, os adubos químicos, e pouco se têm utilizado adubos orgânicos. Os nutrientes provenientes de resíduos industriais são pouco estudados na citricultura brasileira.

A “água amarela”, efluente líquido resultante da industrialização da laranja, é o principal efluente da indústria processadora de citros, pela quantidade produzida. Dentre os principais elementos químicos componentes da “água amarela” tem-se o potássio, o nitrogênio e grande porcentagem de matéria orgânica. Alguns estudos sobre aplicação de “água amarela”, no solo, vêm sendo conduzidos, enfocando-se os efeitos no pH do solo, propriedades físico-químicas e seus efeitos sobre a cultura de citros, mas poucos avaliam os efeitos da “água amarela” na nutrição de planta cítrica.

O uso da “água amarela”, como alternativa nutricional de plantas cítricas, poderá reduzir as aplicações de fertilizantes químicos, podendo tornar viável sua utilização como fertilizante orgânico, além de resolver em parte o resíduo de efluentes da fabricação de suco. Esta prática, no entanto, não tem sido usada para a produção comercial de citros.

O Paraná conta com três indústrias processadoras de Suco Concentrado e Congelado de Laranja (SCCL), que gera uma quantidade muito grande desse resíduo industrial. A Cocamar - Indústria de Sucos Concentrados gera, 18 m³ de efluente por hora, que são depositados nas lagoas de tratamento de resíduo, vindo a tornar-se um problema ambiental e gerando custos adicionais ao processo industrial. A análise deste resíduo tem mostrado alta concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio. Portanto, pela grande quantidade de “água amarela” oriunda da fabricação de suco cítrico, da concentração de nutrientes presentes neste efluente e de diminuir o efeito deste no meio ambiente (impacto ambiental), foi realizado o presente trabalho com o objetivo de utilizar este resíduo na adubação da laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) na fase de formação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CITRICULTURA: EVOLUÇÃO HISTÓRICA

É impossível imaginar a vida humana sem as árvores. Desde o princípio, elas nos dão abrigo, comida, bebida, combustível, remédio, tinta, perfume, instrumentos de trabalho, de guerra e de lazer. De todas as árvores frutíferas, uma das mais conhecidas, cultivadas e estudadas em todo o mundo é a laranjeira. A idéia de que a laranjeira é uma fruta chinesa faz muito sentido, porque a primeira referência escrita a esta planta apareceu em caracteres chineses, por volta de 2200 a.C., portanto, é nativa da Ásia, mas seu local de origem é fonte de controvérsia (HASSE, 1987).

Um dos cientistas que mais se aprofundou na pesquisa de origem dos citros foi o botânico japonês Tyazoburo Tanaka, taxonomista da Universidade de Osaka. Em busca da origem dos citros, ele demarcou uma faixa de 3.500 km, cujo centro é a região de Assam, regada pelo rio Brahmaputra, no Leste da Índia, entre o golfo de Bengala e o Himalaia (HASSE, 1987).

Não se conhece, senão grosseiramente, a trajetória dos cítricos pelo mundo. Assim, da Ásia, eles foram levados para o norte da África, e daí para o Sul da Europa, onde teria chegado à Idade Média. Da Europa, foram trazidos para a América, na época dos descobrimentos, por volta de 1500. Foi introduzida, no Brasil, pelos portugueses, no início da colonização das terras descobertas em 1500. As sementes foram trazidas no começo do século XVI, mas não se sabe onde nem quando foram plantadas, não havendo registro desse fato (HASSE, 1987). As primeiras plantações mais extensas surgiram no Rio Grande do Sul no final do século XVII. Os responsáveis pela disseminação das plantas pelo interior do Brasil foram as missões religiosas e os exploradores de minas.

No século XX, a citricultura se desenvolveu mais no Centro-Sul do Brasil, principalmente, pela concentração populacional nessa região, que garantia seu consumo. Essas frutas possuíam qualidade excepcional, dando

condições de, a partir de 1920, principalmente na região de Limeira (SP), iniciar as exportações para a Argentina (HASSE, 1987).

A pesquisa com a cultura toma impulso e, próximo a 1930, fundou-se a Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, surgindo, nessa época, estudos com o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', um dos melhores porta-enxertos até hoje observados (NEVES, 1995).

Graças ao grande dinamismo e qualidade da pesquisa brasileira, muitos eventos negativos da citricultura brasileira foram vencidos tais como: tristeza dos citros, gomose, cancro cítrico, viroses, declínio, clorose variegada dos citros, morte súbita dos citros e huanglongbing (HLB) respectivamente nas décadas de 1930,1940,1950,1960,1970,1990, 2000 e 2004.

Armando Martins Clemente, em artigo ("Quatrocentos Anos de Fruticultura") de "O Estado de São Paulo", de 13/10/1954, relata:

Em 1870, chegaram à Fazenda Barreiro, da família Franco em Limeira, três mudas de laranjeira Bahia, trazidas por tropeiros. Um português, de nome Neves, conseguiu obter uma, depois de muitos rogos, plantando-a em sua chácara, que mais tarde passou a fazer parte da Fazenda Itapema, do major José Levy Sobrinho. O tronco dessa árvore foi recentemente oferecido pelo major ao Fórum Paulista de Fruticultura. O tronco dessa árvore, relíquia da citricultura paulista, está hoje no Museu Municipal de Limeira, Estado de São Paulo (HASSE, 1987).

Na véspera do Natal de 1962, os laranjais da Flórida amanheceram cobertos de geada. Aquela geada fora do comum tratava-se de um acontecimento histórico. O Brasil, que já iniciava a produção de suco, foi um dos países diretamente beneficiados pela geada e, nos primeiros dias de junho de 1963, a primeira fábrica chamada Suconasa, instalada em Araraquara, Estado de São Paulo, recebia a primeira carga de frutas, para processar o suco de laranjas no Brasil (HASSE, 1987).

O Brasil tem, hoje, participação superior a 80% no comércio internacional de suco de laranja concentrado e congelado (*frozen concentrated orange juice* - FCOJ). Na produção de laranjas, o país detém a liderança mundial. Para essa produção, avaliada em US\$ 900 milhões, gastam-se cerca de US\$ 410 milhões em insumos, movimentando-se aproximadamente US\$ 1,5 bilhões com a venda de produtos citrícolas, entre sucos e fruta fresca

(AGRIANUAL, 2002). Em 2007, a exportação brasileira de suco concentrado de laranja somou 2,25 bilhões de dólares (BOTEON, 2008).

2.2. CITRICULTURA NO PARANÁ

O Paraná viveu, ao longo dos últimos 350 anos, diversos ciclos econômicos baseados, num primeiro momento, no extrativismo mineral e animal, e posteriormente vegetal, com as monoculturas e a exploração da madeira (DEUS, 2003). No século XIX, o Estado passou a seguir a vocação para agricultura e iniciam-se os ciclos da erva-mate e do café, que foram os precursores da industrialização paranaense. O mate, planta nativa da região, há muito utilizado pelos índios, vindo a ser o primeiro grande produto de exportação do Paraná e era comercializado com os países da região do Prata, especialmente Argentina e Uruguai. Com crescimento da produção do Rio Grande do Sul e Paraguai, ambos mais perto do mercado consumidor, o ciclo entra, gradualmente, em decadência, dando início ao ciclo do café. O café foi introduzido em terras paranaenses por fazendeiros paulistas e mineiros a partir de 1860. Em princípio, o café beneficia somente o Estado de São Paulo, que absorvia toda a produção da região. Somente a partir do século XX, com a integração entre os povoados, melhoria de acessos e estradas, o café deu salto estratégico e passou a ocupar posição de destaque na economia paranaense. Em 1920, o porto de Paranaguá exportou as primeiras 200 sacas, e quatro anos depois já embarcava 30 mil sacas, mostrando também a vocação para exportação de produtos agrícolas. Com a urbanização e a venda de lotes e pequenas fazendas no Norte e Noroeste do Estado, o parque cafeeiro passou, em 1949, de 1,350 milhões de ha para 3,471 milhões em apenas três anos (DEUS, 2003). Assim como outros ciclos as décadas de 60 e 70 com a baixa dos preços internacionais e ocorrência de geadas que dizimou as lavouras do Norte e Noroeste, era o fim de mais um ciclo econômico no Paraná.

O declínio do café impulsionou uma nova cultura, a soja, que com estímulo do governo federal, veio a ocupar uma posição de destaque na economia paranaense. Entre 1970 a 1976, a produção de soja passou de 14% para 40% do total da produção nacional (DEUS, 2003).

A mecanização do cultivo e da colheita da soja levou à dispensa de um grande contingente de trabalhadores rurais, que passaram a viver nas grandes cidades em busca de oportunidades. Com tamanha produção, houve a instalação de um parque industrial dedicado ao beneficiamento da soja, aumentando a participação no mercado de exportação, Houve o incremento definitivo da industrialização e da construção de novas malhas como a Rodovia do Café (DEUS, 2003).

Na região noroeste cujo solo predominante é o arenito, a soja deu lugar à pecuária de corte, tornando-se esta atividade dominante na região. A pecuária utiliza pouca mão-de-obra, que, como o café liberou ainda mais o trabalhador rural para as cidades, havendo a necessidade de reverter o processo do êxodo rural.

A citricultura foi, por vários anos, uma atividade marginalizada no meio agrícola do Estado do Paraná. Com o surgimento do cancro cítrico, a interdição ao plantio de pomares, nas regiões norte, nordeste e oeste do Paraná, levou à concentração da atividade basicamente na região do Alto Ribeira, cuja capacidade de suprimento se restringe à região metropolitana de Curitiba. Em que pese à potencialidade edafoclimática, altamente favorável ao desenvolvimento da citricultura nas demais regiões tropicais e subtropicais do Estado, e na constatação de várias doenças que afetavam plantas cítricas em diferentes regiões do país, o cancro cítrico passou a ser a principal restrição a direcionar a erradicação da citricultura paranaense.

A citricultura comercial do Paraná teve início a partir de 1978, numa reunião no Iapar, para discutir a problemática do cancro cítrico, que impedia o Estado de entrar na atividade cítrica. Com a participação de técnicos da Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento, Ministério da Agricultura, Instituto Agrônomo de Campinas, e do Instituto Biológico de São Paulo, resultou, na determinação do governo do Estado do Paraná, a criação de um programa de pesquisa para estudar o cancro cítrico nas condições do referido Estado, para verificar quais as alternativas técnicas para o manejo da doença (LEITE, 2007).

Graças ao esforço de pesquisas, realizadas pela Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), quer na busca de cultivares resistentes à doença, quer na orientação de medidas profiláticas ao manejo de pomares, o

problema do cancro cítrico foi superado. A partir daí, vislumbrou-se a viabilidade de novos plantios nas zonas interdidas. Neste sentido, somente é permitido o plantio de cultivares recomendadas pelo Iapar com a devida regulamentação e acompanhamento pelo Departamento de Fiscalização da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná - Defis/SEAB (FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1987).

A partir das experimentações agrícolas e recomendações da Circular nº 61 do Iapar (FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1990), foram desenvolvidas todas as normas e a legislação para implantação de pomares de citros e para comercialização de frutos produzidos nessas áreas onde havia cancro cítrico (LEITE, 2007).

Os resultados dos trabalhos do Iapar foram o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo e a introdução de variedades resistentes à bactéria do cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Citri*). Isto permitiu que técnicos do sistema de agricultura do Estado planejassem a implantação da citricultura comercial nas regiões do norte e noroeste do Estado do Paraná (TORMEM, 2007).

A Cocamar – Cooperativa Agroindustrial Ltda liderou um processo de discussão, protocolo de intenções de plantio e por meio de sua fábrica (Cocamar Indústria de Sucos) teve início a citricultura do Noroeste do Paraná, que totaliza hoje uma produção de sete milhões de caixas (TORMEM, 2007).

A proposta de implantação da citricultura comercial para o Norte e Noroeste do Paraná foi levada à comunidade organizada, resultando na implantação de planta industrial no município de Paranavaí, e no dia 4 de junho de 1994, “jorrou o primeiro copo de suco concentrado e congelado (SCCL) do Paraná” (TORMEM, 2007).

A implantação da citricultura comercial no Norte do Paraná agregou resultados excelentes aos proprietários, trabalhadores rurais, comerciantes e prestadores de serviços, influenciando direta e indiretamente na situação econômica e social da região (TORMEM, 2007).

A citricultura trouxe grandes mudanças. A mais importante foi a mudança conceitual, de visão restrita do produtor com relação à citricultura como atividade de sua propriedade, para uma visão de todo o processo produtivo e do agronegócio (SANTOS, 2007).

A citricultura veio para transformar economicamente a região e firmar-se como atividade rentável e, principalmente, de uma cadeia de atividades, que gravitam em torno da citricultura (DIAS, 2007).

Os resultados do sucesso da citricultura comercial do Paraná estão confirmados pelos depoimentos dos produtores: “Posso garantir que nunca perdi dinheiro com laranja, mesmo nos de piores preços” (PASQUALI, 2007), “Foi Deus que me iluminou a hora que plantei aquela laranja” (MARCHEZONI, 2007), “Se não fosse pela renda da laranja, não teria lucro nenhum em minha propriedade” (MAGGIONI, 2007), “Nunca tive dificuldades técnicas em meus pomares” (DAL PRA, 2007), “Em 2004, tive a felicidade de produzir com a variedade IAPAR 73, à média de 6 caixas por planta, uma produtividade de 89 744 kg por hectare (BAGGIO, 2007), “Conversei com muitos produtores de laranja de minha região, Paranaity, percebi que todos estavam satisfeitos com a atividade e que mesmo no pior ano do preço da laranja eles haviam conseguido cobrir os custos e prejuízo nunca tiveram” (HAEBERLIN, 2007), “Nossa meta é produzir 1 300 000 mudas por ano e atingir em 2007, uma área plantada de 2000 hectares” (PRATINHA, 2007), “Hoje a citricultura é importante atividade do Noroeste paranaense, remunerando os produtores, gerando empregos e fortalecendo a economia dos municípios (ALVES, 2007)”.

A fruticultura paranaense vem a cada ano apresentando acréscimo, tanto em área cultivada como em produção, aumentando a participação do Estado no cenário nacional, abrangendo espécies tropicais, subtropicais e temperadas (PIO et al., 2007).

2.3. MEIO AMBIENTE E UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS

A Política Nacional do Meio Ambiente, por meio da lei 6938 em seu artigo 13, incentiva as atividades voltadas ao meio ambiente, visando ao desenvolvimento, no País, de pesquisas e processos tecnológicos destinados a reduzir a degradação da qualidade ambiental, apoiando projetos que visem a adquirir e desenvolver conhecimentos básicos e aplicáveis na área ambiental e ecológica (BRASIL, 1981).

O crescimento das demandas da sociedade por melhores condições do ambiente tem exigido das empresas públicas e privadas a definição de políticas

ambientais mais avançadas, que geralmente iniciam pelo tratamento dos efluentes (ANDREOLI; PEGORINI, 1998).

Às vésperas do terceiro milênio, a civilização humana atravessa momentos de transformações rápidas e expressivas, com graves reflexos sobre o meio ambiente. O crescimento populacional desordenado, associado ao estilo de desenvolvimento baseado no consumo e nas desigualdades, determina pressões crescentes sobre o ambiente e os recursos naturais. O perigo dos elevados níveis de consumo está mais relacionado aos danos de sua extração, processamento e, principalmente, destino final, do que na exaustão dos recursos naturais, como se argumentava nos anos 70 (BROWN, 1991).

No setor do saneamento, a pressão social se reflete na ampliação dos níveis de tratamento de efluentes industriais e domésticos. Esta é uma atividade prioritária para resgatar parcela da dívida ambiental contraída por políticas reducionistas do passado, que dissociaram os serviços de saneamento em atividades desintegradas. Um exemplo desta dissociação é o lançamento diário de aproximadamente 10 bilhões de litros de esgoto, que são coletados e não são tratados nos rios brasileiros. Uma agressão ambiental e uma total incoerência técnica e econômica. Degradar um ambiente, e principalmente poluir um rio, em um país com grande número de excluídos, como o Brasil, significa condenar uma população marginalizada a viver neste ambiente (ANDREOLI; PEGORINI, 1998).

O crescimento e desenvolvimento de grandes centros urbanos têm conduzido a aumento desordenado na geração de resíduos e consequente poluição ambiental. As quantidades geradas são enormes acelerando a degradação de recursos naturais. O desenvolvimento e crescimento industrial geram enormes quantidades de efluentes que podem causar grandes impactos ao meio ambiente. A redução dos impactos ambientais negativos causados pelos esgotos, lixo urbano e efluente industriais, certamente é um dos grandes desafios deste século (ABREU JUNIOR et al., 2005).

Enquanto as nações industrializadas buscam alternativas para equacionarem seus 400 milhões de toneladas anuais de resíduos, as comunidades de países em desenvolvimento como o Brasil, convivem com depósitos desordenados de resíduos em aproximadamente 75% de suas cidades que

jogam o lixo em vazadouros a céu aberto e apenas 25% recebem tratamento mais adequado: 12% em aterro controlado, 9% em aterro sanitário e o restante em compostagem, incineração e reciclagem (IBGE, 1998).

A reciclagem na agricultura exige a produção de um insumo de qualidade assegurada, garantindo a adequação do produto ao uso agrícola, definindo restrições de uso aos solos e apresentando as alternativas tecnológicas de uso visando maior rentabilidade ao produtor.

O tratamento do esgoto urbano resulta o lodo, cuja disposição final é problemática e pode representar 60% dos custos de operação de uma estação de tratamento (Centro Nacional de Referência em Gestão Ambiental Urbana, 2004).

A fração orgânica, composta pelo lixo urbano, pode ser tratada mediante compostagem, tendo como produto final um resíduo orgânico humificado com potencial de utilização na agricultura. Na cidade de São Paulo, até 1995, das 12 mil t dia⁻¹ de lixo gerado, apenas 1,5% eram processados em usinas de reciclagem e compostagem (MELO, 1997).

Atualmente com a grande preocupação ambiental, as empresas brasileiras estão cada vez mais preocupadas em maximizar sua competitividade comercial. Tais empresas exportadoras estão se deparando com o rigor imposto pelo advento da ISO 14000, que ao aderirem a norma terão que diminuir seu potencial poluidor e gerenciar adequadamente seus resíduos, pois estarão submetidas a maiores fiscalizações por parte dos órgãos de controle ambiental (CAVALCANTI, 1998).

A Indústria de Suco Congelado e Concentrado de Laranja se enquadra na categoria de Indústria de Produtos Alimentares e Bebidas, como fabricação de bebidas não-alcoólicas (BRASIL, 2000b).

A conservação e o manejo da natureza pelo ser humano devem compreender a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral. A diversidade biológica deve ser preservada por meio da variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos

e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 2000a).

A exploração do ambiente deve garantir de maneira sustentável a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável (BRASIL, 2000a).

Para tratar a questão dos resíduos industriais, o Brasil possui legislação e normas específicas. O Artigo 225 da Constituição Brasileira dispõe sobre a proteção ao meio ambiente; a Lei 76 389/75 dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial; a Lei 6 803/80 dispõe sobre as diretrizes básicas para zoneamento industrial em áreas críticas de poluição e a Lei 6 938/81 estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente.

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, diretos ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões ou possuir potencial para que não possam causar efeitos tóxicos a organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental. Os critérios de toxicidade devem basear-se em ensaios ecotoxicológicos padronizados, realizados com o efluente e organismos aquáticos (CONAMA, 2005).

A Lei 9 433, em seu artigo 9º enquadra os corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, assegurando às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, mediante ações preventivas permanentes (BRASIL, 1997).

A legislação brasileira define como objetivo para o meio ambiente a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendendo aos princípios da manutenção do equilíbrio ecológico, proteção dos ecossistemas, da racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar. Controle das atividades poluidoras, acompanhamento da qualidade ambiental, incentivando o estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais (BRASIL, 1981).

Pela legislação, os resíduos devem ser dispostos, tratados ou temporariamente estocados. Porém, segundo Pereira (2002), parte desses resíduos é depositada de forma inadequada. O lançamento indevido de resíduos poluentes, seja sólido líquido ou gasoso, ocasionou modificações nas características do solo, da água e do ar, podendo poluir o meio ambiente, modificando o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico. A contaminação ocorre quando existe mínima ameaça à saúde de homens, plantas e animais (PEREIRA, 2002).

A continuidade de exportação de SLCC deve preencher as exigências internacionais relacionadas à qualidade do suco concentrado, regulamentadas principalmente pelo USDA (United States Department of Agriculture) e RSK-Values (Association of the German Fruit Juice Industry Bonn) e as exigências relacionadas a resíduos de pesticidas regulamentadas, principalmente, pelo Codex Alimentarius (RODRIGUES et al., 1991). Serão analisados os aspectos ligados à qualidade como: brix, cor, massa do fruto, consistência, ácidos, óleo, vitaminas, porcentual de suco do fruto e sabor.

2.4. NUTRIÇÃO, CALAGEM E ADUBAÇÃO

A informação gerada pela pesquisa em vários aspectos ainda não é suficiente para que se façam as melhores recomendações de adubação para o citricultor. Faltam dados, entre outros, sobre amostragem de solo, calibrações de análises e recomendações de adubação com base em um número adequado de ensaios de campo (MALAVOLTA et al., 1996). A adubação orgânica em comparação à adubação química é menos estudada ainda.

A produtividade das plantas é determinada por muitos fatores, entre os quais se destacam o seu equilíbrio nutricional. Podem-se evitar insucessos devidos a deficiências ou excessos de nutrientes pela correção dos solos, usando a análise de solos como critério para recomendação de corretivos e fertilizantes e também, a própria planta como objeto de diagnóstico.

Várias são as técnicas disponíveis para aumentar a produtividade na citricultura. A nutrição é uma das práticas que oferecem maior reposta em produtividade. Atualmente, têm-se utilizado, como forma predominante, os adubos químicos, sobre a escassa utilização de adubos orgânicos. A “água

amarela”, proveniente do processo de fabricação do suco de laranja, é muito rica em nutrientes e com alto teor de matéria orgânica. Neste particular, o uso da “água amarela”, como alternativa nutricional de plantas cítricas, poderá reduzir as aplicações de fertilizantes químicos, podendo se tornar viável sua utilização como fertilizante orgânico, além de resolver em parte o resíduo de efluentes da fábrica de suco. Esta prática, no entanto, não tem sido usada para a produção comercial de citros.

A atividade agrícola sempre leva à redução da produtividade, a começar pela transição de solo nativo para cultivos intensivos, com muitas espécies de plantas cultivadas há o desgaste natural, cujos resultados são sentidos diretamente na produtividade. Com a utilização intensiva dos cultivos, as perdas nutricionais são evidentes. As informações geradas pela pesquisa em vários aspectos ainda não são suficientes para que se façam as melhores recomendações de adubação para o citricultor (MALAVOLTA et al., 1996).

A presença de matéria orgânica melhora a estrutura do solo, interferindo favoravelmente na sua capacidade de aeração, de drenagem, de retenção de água, de resistência à erosão e na capacidade de troca catiônica.

A biomassa total das plantas, aproximadamente 95% da matéria seca, é formada por compostos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), fixados por meio da fotossíntese. O crescimento dos citros e a produção de frutos resultam da assimilação de CO₂ e da participação de C fixado para formação e manutenção dos seus vários órgãos. Os nutrientes minerais, absorvidos pelas raízes e, em menor proporção pelas folhas, representam os outros 5% da biomassa e cuja ausência ou deficiência, durante o ciclo da cultura, resultam em injúria, desenvolvimento anormal ou morte da planta. Isso se deve ao fato de tais elementos participarem diretamente no metabolismo vegetal como componentes estruturais ou co-fatores de reações bioquímicas (BATAGLIA et al., 2005; MATOS JR et al., 2005).

Todo macro e micronutriente tem sua participação na formação e na qualidade da colheita; cada elemento tem sua função na vida da planta. No caso do nitrogênio, é componente de aminoácidos e proteínas, constituindo-se em um ativador enzimático, com participação nos processos de absorção iônica, na fotossíntese, na respiração, na multiplicação e diferenciação celular. A avaliação do estado nutricional consiste simplesmente em fazer uma

comparação entre amostra e padrão, no qual a amostra é uma planta ou o conjunto de plantas. O padrão é uma planta ou conjunto de plantas “normais” do ponto de vista de sua nutrição. Sendo normal uma planta que, tem nos seus tecidos todos os nutrientes em quantidades e proporções adequadas, é capaz de dar altas produções, tendo um aspecto visual parecido com o encontrado em lavouras muito produtivas (MALAVOLTA, 1989).

A quantidade dos nutrientes minerais, requerida ao crescimento da planta, cujos teores totais nas várias partes variam de gramas a frações de miligramas por quilograma de material seco, é classificada em: macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e micronutrientes: ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), boro (B), cloro (Cl), molibdênio (Mo), e níquel (Ni), que são absorvidos na forma iônica ou molecular, conforme a seguir: NO_3^- , NH_4^+ , NO_x , NH_3 , H_2PO_4^- , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , SO_4^{-2} , SO_2 , H_2S , Fe^{+2} , Cu^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} , H_3BO_3 , Cl^- , Mo^{-4} e Ni^{+2} (BATAGLIA et al., 2005).

Raij et al. (1996) apresentam os teores aproximados de N, P, K e S de 2,4; 0,2; 2,0 e 0,1 kg t^{-1} na fruta da laranja e também indicam as faixas de produtividade mais comum de 20 a 60 t ha^{-1} . Com relação às faixas de teores adequados de macro (em g kg^{-1}) e micronutrientes (em mg kg^{-1}) em folhas de laranjeiras, os mesmos autores citam de 23-27 de N; 1,2-1,6 de P; 10-15 de K; 35-45 de Ca; 2,5-4,0 de Mg; e 2,0-3,0 de S. Para o B de 36-100; Cu 4,1-10,0; Fe 50-120; Mn 35-50; Zn 35-100; e Mo 0,10-1,0. Estes dados se referem a 3ª ou 4ª folha, amostras coletadas em ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro, gerados na primavera, com aproximadamente seis meses de idade, em número de folhas por planta, uma em cada quadrante e na altura mediana da copa. Cada amostra deverá ser composta de folhas coletadas em, pelo menos, 25 plantas por talhão.

Martinez, Carvalho e Souza (1999) também consideram como valores de referência para a interpretação dos resultados a análise de tecidos para a cultura de citros os mesmos valores que Raij et al. (1996), exceto para o Zn que é de 35 a 50 mg kg^{-1} .

De acordo com as Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo, a calagem deve ser realizada para elevar a saturação de bases a 70% e manter o teor de magnésio no mínimo em 9 $\text{m mol}_c \text{ dm}^{-3}$. (RAIJ

et al., 1996). Antes da formação do pomar, o calcário deverá ser aplicado na área total com bastante antecedência ao plantio das mudas, procurando incorporá-lo o mais profundo possível. Para pomares já instalados, o calcário deverá ser aplicado também em área total, de abril a junho, e incorporado com grade. Na adubação de plantio, aplicar os fertilizantes, em sulco com 25 a 30 cm de profundidade, de acordo com a análise do solo para todas as variedades de copas. Para pomares em formação recomendação conforme Tabelas 1A e 2A (em apêndice).

Resultados contrários foram encontrados por Fidalski (2005), quando estudou a dinâmica da aplicação do calcário em superfície, que obteve a máxima resposta da calagem superficial no terceiro ano e na camada de 0–10 cm. Nesta camada com as doses crescentes de calcário, houve aumento dos atributos do solo pH, Ca, Mg e a saturação de bases (V%), identificando uma frente de alcalinização na camada de 10–20 cm (FIDALSKI, 2005).

Durante o ciclo de vida da planta, uma quantidade de água equivalente a 100 vezes a massa do material verde dela pode ser perdida por meio das superfícies foliares. Essa perda de água se dá pela transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2004), que, quando associada à evaporação do solo, passa a compor a evapotranspiração. Quando a planta está adequadamente nutrida, além de expressar o seu potencial genético produtivo, também pode ser mais eficiente na absorção e utilização de água no solo (SILVA, 2001; SORIA, 2003).

O balanço hídrico, no solo, é a soma algébrica dos processos de entrada e saída de água num volume de controle de solo durante determinado período de tempo. A variação da armazenagem, da precipitação pluvial, da drenagem interna, da ascensão capilar e da evapotranspiração real é expressa em unidade de volume por área (altura de água). A eficiência de utilização da água medida pela razão da produtividade e a quantidade de água consumida pela cultura ao longo do ciclo (CRUZ, 2005). Para a variedade “Valência” sobre porta-enxerto limoeiro “Cravo”, com 11 anos de idade, num espaçamento de 7 x 4 m (7 m entre linhas por 4 entre plantas na linha), sobre um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico textura média A moderado, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, este mesmo autor concluiu que, a evapotranspiração real (ET) da cultura da laranja, durante um período de um ano, considerado normal quanto à pluviosidade, apresentou um valor de

1.271 m e os valores diários para os períodos de menor necessidade de água (maturação) e maior necessidade de água (pegamento) foram de 0,4 e 8,4 m, respectivamente. A eficiência de utilização de água variou de 1,57 a 4,52 kg m⁻³ respectivamente para planta menos eficiente para mais eficiente. A maior produção ocorreu nas plantas com maior evapotranspiração real (CRUZ, 2005).

A produtividade das culturas agrícolas, associada às condições climáticas e edáficas, depende da disponibilidade de água e nutrientes no solo em época e quantidades apropriadas. A falta ou excesso de água, no solo, são fatores limitantes ao crescimento vegetal e podem diminuir a produtividade. Os estudos que levam ao melhor entendimento de como a água se comporta na zona radicular de uma cultura agrícola no campo são de importância indiscutível ao adequado manejo agrícola. A utilização da água no volume de solo explorado por seu sistema radicular e o método do balanço de água no solo, considerando diversas profundidades de solo, diversas distâncias horizontais e duas direções a partir do tronco de uma planta de citros mostraram-se adequados para avaliar a contribuição de cada uma das camadas de solo estudadas ao consumo de água da planta. A camada de solo de 0 a 0,6 m de profundidade foi a que apresentou maior contribuição ao consumo de água nos dois períodos avaliados e, conseqüentemente, deve concentrar o maior volume de raízes ativas (CRUZ, 2005).

2.5. PROCESSO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE SUCO E DO EFLUENTE “ÁGUA AMARELA”

A relação de concentração de açúcar, na solução e a densidade da solução, serviu de base para o desenvolvimento da tabela, estabelecida por Adolf Ferdinand Wenceslaus Brix (1854), que foi usada por muitos anos exclusivamente pelas indústrias, que era baseada na densidade da solução a uma temperatura de 17,5°C. Donke (1912) propôs uma tabela de solução açucarada de acordo com a concentração e a densidade da solução a 20°C, que se transformou em Tabela padrão para processamento do suco na indústria. A partir de 1941, a escala Brix foi usada pelas indústrias de suco de frutas para determinar o equivalente de sólidos solúveis, o termo graus Brix foi usado para determinar a porcentagem de sólidos solúveis em relação ao peso

da fruta, por meio da densidade. Esta escala tornou-se padrão para medir a massa da concentração do suco nas indústrias de processamento do suco de frutas (KIMBALL, 1999).

A vinhaça, líquido resultante do processamento do álcool, pela grande quantidade produzida, é o principal efluente produzido na indústria sucroalcooleira. Como principais elementos químicos componentes da vinhaça tem-se o potássio, o nitrogênio e grande porcentagem de matéria orgânica. Vários estudos sobre a disposição de vinhaça no solo vêm sendo conduzidos, enfocando-se os efeitos no pH do solo, propriedades físico-químicas e seus efeitos sobre a cultura da cana-de-açúcar, mas poucos avaliaram o real potencial poluidor da vinhaça sobre o solo e o lençol freático. Embora os estudos sobre a disposição de vinhaça no solo tenha iniciado em 1950, somente com o advento do Proálcool é que foram desenvolvidas pesquisas com o intuito de se verificar a possibilidade de poluição das águas subterrâneas e lençóis freáticos, por alguns componentes da vinhaça (LYRA, 2003). Cambuim (1983) concluiu que a utilização da vinhaça na fertirrigação promove a adição de nutriente ao solo, elevação da umidade e do pH e melhora a resistência do solo à erosão, resultando no acréscimo da produtividade agrícola. Mesmo com efeitos benéficos da vinhaça no solo. Centurión et al. (1989) alertam que, quando aplicada em altas taxas, conduz a efeitos indesejáveis, como o comprometimento da qualidade da cana para produção de açúcar, poluição do lençol freático e até para salinização do solo. A dinâmica dos constituintes da vinhaça no solo que focam os aspectos físicos e químicos e a possível poluição do lençol freático foi estudada por Cunha et al. (1987), concluindo que houve pequeno risco do potássio e do nitrato em poluir a água subterrânea devido à irrigação com vinhaça, visto que a lixiviação de íons abaixo da profundidade máxima de observação (1,20 m) das unidades coletoras foi pequena. Lyra (2003) concluiu que aplicação de vinhaça na fertirrigação de canaviais, apesar de minimizar seu potencial poluidor, não garante o atendimento a todos os parâmetros de qualidade exigidos pelo Conama para rios Classe 2, afetando a qualidade da água do lençol freático, para uma taxa de aplicação de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, nas condições do estudo.

A “água amarela” é um efluente produzido no processo de industrialização da laranja (produção de Suco Concentrado e Congelado de

Laranja – SCCL e seus subprodutos). Os produtos obtidos a partir do processamento da laranja são: Suco Concentrado Congelado de Laranja (SCCL), Óleo Essencial, D'limonene e Fase Oleosa.

Da laranja podem-se conseguir industrialmente inúmeros produtos, pois desta fruta são aproveitadas todas as suas partes, para cada 100 kg de frutas, em média, industrializam-se, 44,81 kg de suco e deste 8,50 kg de SCCL, 1,79 kg de óleos, 0.57 kg de essências, 0.92 kg de d-Limonene, 2,67 kg de células e 49,24 kg de farelo (YAMANAKA, 2005). O rendimento médio para obtenção de produtos e subprodutos da laranja na Cocamar - Indústria de Sucos é: Suco Natural 57%, Bagaço (bagaço, casca e sementes) 42,65%, Óleo Essencial 0,25%, D'limonene 0,08% e Fase Oleosa 0,02%. O rendimento de Suco Concentrado e Congelado de Laranja (SCCL), a partir do suco natural, é de aproximadamente 16%, ou seja, de uma t de laranjas são obtidos 570 kg de suco natural que originam 91 kg de SCCL, em média.

As frutas são transportadas em caminhões, que são cadastrados e pesados (PB), descarregados, são desinfetados, pesados (T), para obter o peso líquido (PL), para determinar o valor do pagamento do fruto.

O descarregamento é realizado sobre rampa hidráulica, fazendo com que as frutas caiam em uma caixa coletora. Abaixo desta há um transportador de correia que alimenta o *thrash*, um sistema de transportadores de rolos com aberturas apropriadas para permitir a retirada de sujidades e materiais estranhos, como folhas, pedras, frutas podres ou em pedaços etc., retendo as frutas apropriadas ao processamento pelo seu maior diâmetro; esta operação é chamada de pré-limpeza. São coletadas amostras de cada carga para serem analisadas no laboratório preliminar, cuja função é determinar a qualidade da fruta que está adentrando à fábrica, sendo analisadas as variáveis: Porcentagem de Suco, Brix, Acidez, Ratio, Sólidos Solúveis Totais e Massa dos Frutos. Estes dados direcionam o fruto para o silo de armazenagem. As laranjas deixam o sistema de pré-limpeza e passam para um elevador de caçamba e uma esteira transportadora que as conduz até os silos, determinados pelo laboratório preliminar, a partir das análises realizadas.

É realizado em silos, com capacidade de armazenar 30 t construídos de chapas metálicas perfuradas, divididos por defletores. A existência de defletores deve-se à necessidade de amenizar os choques das frutas com as

superfícies dos silos e evitar que as laranjas mais abaixo sejam comprimidas pelo peso da carga das laranjas superiores.

A partir dos silos, as frutas são liberadas para o processo, também de acordo com suas características previamente determinadas no laboratório preliminar. São conduzidas por esteiras até um elevador de caçamba e novamente a uma esteira transportadora, sendo depositadas em silo “pulmão”, com capacidade de armazenar 8 t de laranjas, responsável por controlar e manter constante o abastecimento da linha de extração.

Saindo do silo “pulmão”, uma esteira transportadora conduz as frutas para uma lavadora. Neste equipamento, as frutas passam por um sistema de rolos giratórios e escovas, fazendo com que toda a superfície da fruta seja exposta a jatos de condensado vegetal e/ou água aquecida, promovendo a completa remoção das sujidades. Esta operação, chamada de sanitização, é essencial para o controle de microrganismos esporulados, que podem contaminar equipamentos e afetar a qualidade do suco (BRADDOCK, 1999). As frutas lavadas são classificadas por tamanho e esteira limpa e livre de materiais estranhos, contaminantes, insetos e excessivos níveis de microrganismos (KIMBALL, 1999).

Após a lavagem, as laranjas seguem para uma mesa classificadora por tamanho que divide as frutas em três diferentes fluxos, de acordo com seus diâmetros. Esta operação se faz necessária para que as frutas entrem nas extratoras com copos adequados a seus tamanhos, possibilitando uma operação apropriada da linha de extração. O ajuste entre o diâmetro do copo da extratora e o tamanho da fruta é vantajosa e aumentará o rendimento e a qualidade do suco (BRADDOCK, 1999).

A mesa classificadora consiste de uma série de rolos giratórios, com espaçamentos que permitem a passagem das frutas com diâmetros menores, retendo por mais tempo as laranjas com maiores diâmetros. Sob cada jogo de rolos com espaçamentos iguais, há uma esteira transportadora que conduz as frutas para as extratoras específicas, com copos adequados a seus tamanhos. A classificação por tamanho é essencial, pois se a fruta é muito espremida um excesso de resíduos de polpa e casca estará presente no suco, resultando em amargor no produto. Se a fruta é pouco espremida o rendimento de suco diminui.

Na Cocamar - Indústria de Sucos, são utilizadas extratoras FMC (FMC Agricultural Products), a linha de extração é formada por 15 máquinas com cinco conjuntos extratores cada uma, sendo três máquinas reguladas para frutas pequenas, nove para laranjas médias e três para frutas de diâmetro grande. Geralmente, para extratoras FMC, dois a três tamanhos de copos são adequados para a maioria das plantas processadoras (KIMBALL, 1999). A maioria das extratoras deve ser regulada com copos de aproximadamente 3 polegadas, pois 80% das laranjas estão entre 0,5 e 2,875 polegadas de diâmetro (BRADDOCK, 1999).

A alimentação das extratoras deve ser de tal forma que mantenha sempre todos os copos preenchidos a cada ciclo de extração, para isso deve-se regular a saída de frutas do *surge bin* e a velocidade da esteira transportadora com uma vazão de frutas cerca de 10% maior que a nominal. As frutas que não foram espremidas caem em uma esteira de retorno para que sejam conduzidas novamente ao *surge bin*.

O conjunto extrator compreende um copo superior e um copo inferior provido de “dedos” de metal que se encaixam enquanto o copo superior desce sobre o inferior. As frutas são colocadas e espremidas uma a uma sobre o copo inferior, e pressionadas pelo copo superior. No centro de cada copo existe uma lâmina afiada que corta um disco da casca com aproximadamente uma polegada de diâmetro nas extremidades da laranja, facilitando a separação das partes da fruta. A abertura inferior permite que toda parte interna da fruta seja forçada para dentro de um tubo perfurado. O suco pressionado por meio deste tubo coador sai pelo fundo da máquina e é conduzido para o sistema de filtração. Durante a operação de extração ocorre a separação dos componentes da laranja em três fluxos de saída: suco com polpa (que vai originar o SCCL), bagacilho (emulsão de óleo em água junto com fragmentos da casca, flavedo e albedo, que vai originar Óleo Essencial, D’limonene e “Água Amarela”) e bagaço (sementes, membranas e material fibroso, que vai para alimentação animal).

Enquanto a fruta é espremida, ocorre a ruptura das glândulas de óleo do flavedo e a casca se parte pela pressão contra os copos. Um *spray* de água pura ou “água amarela” lava a casca produzindo uma emulsão do óleo liberado em água. A emulsão e os fragmentos de casca são retirados da planta de

extração por um transportador de rosca que conduz o bagacilho para a linha de recuperação de óleo.

Após a extração e a pré-filtração na máquina extratora, o suco segue para uma linha de produção independente, passando por várias etapas industriais como: acabamento, filtração, *Pulp wash*, centrifugação, evaporação, blendagem, envase, armazenamento e transporte. Enquanto que a linha de produção de óleos é que vai produzir o efluente “água amarela”.

A partir do fluxo de bagacilho originado nas extratoras são obtidos dois tipos de óleos: óleo essencial, produto obtido a frio, por prensagem e d-Limonene, recuperado por meio de destilação. O terceiro óleo, chamado de fase oleosa, é obtido na condensação dos vapores formados na concentração do suco.

O óleo essencial é formado por óleos voláteis originados nas células da casca das frutas cítricas. Na extração, as células são rompidas, liberando o óleo. É um produto límpido de coloração amarelo escuro, contendo principalmente hidrocarbonetos insolúveis em água.

Este óleo é responsável pela maioria das características de *flavor* do produto final. A quantidade máxima de óleo essencial em suco de laranja reconstituído é cerca de 0,02% (TETRA PAK, 1998).

As classes químicas relevantes presentes, nesse óleo, são terpenos e, o hidrocarboneto, d-Limonene, é o maior constituinte, com 95% (BRADDOCK, 1999). O produto é comercializado para indústria química, alimentícia e farmacêutica.

Na recuperação do óleo essencial, um transportador de rosca coleta o bagacilho e a emulsão de óleo em água na saída das extratoras e conduz até uma peneira cilíndrica rotativa, que promove a separação dos fragmentos de casca da emulsão fraca. A emulsão recolhida escoar por gravidade para um tanque pulmão que alimenta uma centrífuga. O material sólido que fica retido na peneira cai em uma rosca batidora no qual recebe “água amarela”, promovendo lavagem para retirada do residual de óleo que é retirado por meio de *finisher* filtrando a emulsão fraca que permaneceu absorvida pelo bagacilho. O material sólido vai para caixa de bagaço e o líquido é recuperado para aumento da recuperação de óleo. A emulsão é então centrifugada ocorrendo a separação em três fluxos: sólidos residuais, “água amarela” e fase ou emulsão

rica em óleo. Os sólidos são descartados para a caixa de bagaço. A “água amarela”, que consiste basicamente de água com pequeno percentual de óleo e pectina, é armazenada em um tanque, após segue para a linha de produção de d-Limonene ou para ser reutilizada no processo de extração, alimentando o *spray* de lavagem que arrasta o óleo da casca das frutas e forma a emulsão. A emulsão, rica em óleo, passa por um segundo estágio de centrifugação, chamado polimento, realizado por uma centrífuga polidora, da qual são originados os fluxos da fase pesada (descarte), fase leve (“água amarela” conduzida ao tanque de armazenamento) e óleo essencial puro. Dentro deste equipamento, o óleo é concentrado a mais de 99% de pureza (TETRA PAK, 1998).

A produção do d-Limonene emprega o processo de destilação da fase aquosa ou “água amarela” proveniente da linha de produção do óleo essencial. O d-Limonene presente na “água amarela” é removido durante a evaporação e posteriormente condensado. O d-Limonene é um óleo do grupo químico dos ciclomonoterpenos e é utilizado basicamente como solvente na indústria química, o qual é usado em resinas sintéticas, adesivos, tintas, borracha, pigmentos e também como componente aromático para sabão e detergente e na indústria de perfumes. Na indústria farmacêutica e de alimentos é usado como componente aromático e de sabor e na obtenção de sabores artificiais de menta e hortelã na fabricação de doces, balas e gomas de mascar.

Na concentração do suco, os vapores formados carregam os aromas e outros voláteis. Para a recuperação destes produtos, responsável pelo flavor do suco natural, é realizada a condensação dos vapores. Assim é obtida a fase oleosa, produto comercializado para indústrias de alimentos e perfumaria.

O aroma das frutas cítricas é uma complexa mistura de compostos altamente voláteis (acetaldeídos), moderadamente voláteis (terpenos) e pouco voláteis (sesquiterpenos). O óleo essencial é em sua maioria d-Limonene. (BRADDOCK, 1999).

2.6. MANEJO DO SOLO PARA CULTIVO DE CITROS

O manejo ideal visa ao suprimento de nutrientes em quantidades suficientes e com sincronismo com os períodos de maior demanda da planta

para otimizar a produção e qualidade de frutos e minimizar os possíveis impactos ambientais adversos em vista do uso de fertilizantes e manejo de práticas inadequadas. A adoção de estratégias de monitoramento, tomada de decisão, modo de aplicação e análises de pontos críticos se constituem nos resultados desejados. Muitos são os fatores que determinam a produtividade das plantas, entre os quais se destacam o suprimento adequado e seu equilíbrio nutricional. É possível evitar insucessos pelas deficiências ou excessos de nutrientes pela correção dos solos, usando a análise do solo como critério para recomendação de corretivos e fertilizantes e, também, a própria planta como objeto de diagnóstico (BATAGLIA et al., 2005).

O manejo eficiente da fertilidade do solo exige ferramentas de diagnóstico capazes de avaliar a disponibilidade de nutrientes no solo e, assim, caracterizar suas deficiências ou excessos que prejudicam o desenvolvimento da planta, a produtividade e a qualidade dos frutos. Dessa forma, a eficiência de uso, tanto dos corretivos como dos fertilizantes, é otimizado, o que assegura maior retorno econômico e socioambiental do sistema agrícola (QUAGGIO et al., 2005).

No manejo do solo em pomares, o sistema adotado deve proporcionar pouca ou nenhuma competição por água e nutrientes com as árvores e manter o solo protegido, principalmente nos períodos de maior ocorrência de chuvas (NEVES, 2006).

De maneira geral, os resultados de trabalhos realizados em pomares cítricos têm demonstrado que a manutenção de vegetação nas entrelinhas da cultura favorece a agregação do solo (CINTRA, 1983).

O tipo de vegetação usada na cobertura também tem influência na agregação, como foi observado em um solo franco-argilo-siltoso da Costa do Marfim, em que a estabilidade estrutural foi superior nos tratamentos que receberam leguminosas em relação à vegetação nativa constituída essencialmente de gramíneas (GODEFROY; BOURDEAUT, 1972).

A estabilidade de agregados foi reduzida quando o solo passou da vegetação de floresta para culturas. Esta redução foi mais acentuada para o solo com culturas anuais e com pomar capinado e menor para o solo do pomar com cobertura vegetal de gramíneas ou leguminosas (NEVES, 2006).

O manejo das entrelinhas com a leguminosa elevou os teores de N à faixa excessiva nas folhas do porta-enxerto limoeiro “Cravo” e reduziu a produção de frutos da laranjeira “Folha Murcha”, em relação à gramínea. Nas entrelinhas com gramínea, a produção de frutos da laranjeira “Folha Murcha” foi dependente das safras agrícolas e dos teores foliares de Ca, Mg e Zn. A absorção máxima de Ca pelas folhas de laranjeira “Folha Murcha” precede a de Mg e Zn. Nestas condições, os porta-enxertos tangerineira “Cleópatra” e limoeiro “Rugoso da África” apresentaram maior produção de frutos de laranjeira “Folha Murcha” (FIDALSKI, 2006).

A variabilidade espacial de alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho, em diferentes usos e manejos, medidos por meio do coeficiente de variação, foi observada para o fósforo e potássio, sendo que a matéria orgânica e a CTC apresentaram coeficiente de variação médio nos diferentes usos e manejos do solo. O sistema de plantio direto apresentou acúmulo significativo de matéria orgânica, fósforo, potássio e elevação da CTC, além da melhoria nas condições químicas do solo. A matéria orgânica foi maior em relação ao sistema natural (CAVALCANTE, 2007).

Com relação aos parâmetros de qualidade de água após o tratamento, eles variam em função de vários fatores, entre os quais o clima, condições geológicas e topográficas das características do solo, tipo de vegetação, disponibilidade de área, sistema de manutenção e, especialmente, das características, das quantidades e da taxa de aplicação, de acordo com o método de tratamento adotado (CAMPOS, 1999).

O manejo mais apropriado para o agroecossistema citrícola em solos da Formação Caiuá é a manutenção de plantas de cobertura permanente com gramínea na entrelinha do pomar (FIDALSKI, 2005; FIDALSKI et al., 2006), para assegurar melhor qualidade física e hídrica do solo e, por conseguinte, aumentar a disponibilidade dos nutrientes para as laranjeiras (FIDALSKI; STENZEL, 2006).

Os indicadores de qualidade do solo, resultante das ações de manejo do pomar de laranjeira, foi estudado por Fidalski et al. (2007). Os autores concluíram que os indicadores de qualidade física, química e hidráulica do solo, resultante das ações de manejo de pomar de laranjeira valência, enxertada em

limoeiro cravo, apresentaram espacialização heterogênea. No rodado da entrelinha ocorreu a maior restrição física e hídrica do solo (FIDALSKI, 2007).

Damato Jr (2006), utilizando-se de doses de resíduos gerado na agropecuária, como esterco bovino e serragem de madeira, em compostagem como adubação orgânica, na cultura da banana, observou incrementos no pH, matéria orgânica, fósforo, cálcio, soma de bases, CTC e saturação por bases da camada superficial do solo.

Os fundamentos da nutrição mineral foram consolidados com o conhecimento dos elementos constituintes dos tecidos vegetais, da essencialidade de alguns desses e com a proposição da lei do mínimo (o crescimento e produção de uma planta dependem do elemento essencial, ou nutriente, cuja disponibilidade é mais limitante) por Carl Sprengel e Justus vom Liebig na primeira metade do século XIX (MARSCHNER, 1995; PLOEG et al., 1999).

As funções de cada nutriente são descritas detalhadamente por vários autores. O nitrogênio (N), como componente estrutural de ácidos nucleicos, proteínas e clorofila, influi diretamente sobre área foliar, morfologia das folhas, eficiência fotossintética, fixação dos frutinhos, produção e qualidade de frutos (SMITH, 1969; KATO, 1986; LEA-COX; SYVERTSEN, 1996; SYVERTSEN et al., 1997; KEUTGEN; CHEN, 2001). O fósforo (P), como constituinte de nucleoproteínas, é envolvido na síntese de ATP, processos de absorção ativa de nutrientes, e síntese e transporte de carboidratos (KOO; REESE, 1971; SYVERSTEN; GRHAM, 1985). O potássio (K), ativador enzimático, regulador osmótico, influi sobre relações hídricas, atua no transporte de carboidratos e manutenção de equilíbrio eletroquímico nas células, efeito marcante sobre extensibilidade celular e, conseqüentemente, tamanho e qualidade interna dos frutos (REESE; KOO, 1974, 1975; LAVON et al., 1995). O cálcio (Ca) é componente estrutural da planta, constituinte da lamela média, modulador de calmodulinas e quinases, confere estabilidade à membrana celular, responsável pela alongação celular (IWAHORI; OOHATA, 1980; IWAHORI et al., 1994). O magnésio (Mg), constituinte da clorofila, ativador enzimático, atua na estabilidade de proteínas e função dos cloroplastos (LAVON; GOLDSCHMIDT, 1999). O enxofre (S), constituinte de aminoácidos e proteínas, responsável pela síntese de clorofila. O cobre (Cu), transportador

eletrônico durante a fotossíntese, reações de óxido-redução. O ferro (Fe), componente estrutural do complexo Fe-porfirina, requerido para síntese de clorofila, aumenta o conteúdo de ferredoxina e a atividade da redutase de nitrato (BASIOUNY; BIGGS, 1976; ALCARAZ et al., 1986). O manganês (Mn), ativador enzimático, requerido no processo de fotólise da água e transporte eletrônico durante a fotossíntese (BASIOUNY; BIGGS, 1976). O zinco (Zn) é precursor de reguladores vegetais, responsáveis pelo desenvolvimento de cloroplastos e alongação de ramos. O boro (B) é envolvido no funcionamento de vários sistemas enzimáticos, metabolismo de carboidratos e viabilidade do pólen e formação dos vasos condutores (HASS; KLOTS, 1931; HASS, 1945). O molibdênio (Mo) é constituinte da redutase de nitrato, ligado ao metabolismo de nitrogênio (STWART; LEONARD, 1953; CASSIN et al., 1982). O cloro (Cl) é responsável pela osmorregulação e manutenção do equilíbrio eletroquímico nas células, relacionado ao estresse salino (CEREZO et al., 1999). O níquel (Ni), componente de enzimas urease e outras hidrogenases (MATOS JUNIOR et al., 2005).

O B, Zn e Mn são os micronutrientes mais limitantes à produção dos citros no Brasil, pelos baixos teores no material de origem e pela adsorção específica que ocorre com a matriz de solos cultivados, a disponibilidade desses metais ainda é regulada pela reação do solo (MATOS JUNIOR et al., 2005). A deficiência de B causa mau funcionamento do tecido do câmbio vascular, responsável pela multiplicação de células dos vasos condutores, provocando colapso do floema e quando a deficiência é aguda, do xilema. Também Basiouny e Biggs (1976), estudando o efeito de aplicação foliar em folhas de laranjeiras com Fe, Mn e Zn, corrigiram os sintomas visuais de deficiência mineral e elevaram a concentração dos nutrientes nas folhas.

No Brasil, nos anos 40, desenvolveram-se os primeiros estudos para ajustes sobre a demanda de nutrientes às condições dos solos tropicais, mas a partir de 1962, o Brasil passou a produzir e exportar suco concentrado de laranja, que agregou valor ao produto e impulsionou a citricultura, pois cada t de suco substituiu a exportação de cerca de 10 t de fruta fresca, marco histórico do crescimento da citricultura brasileira. Nos anos 80, formou-se o grupo paulista para Adubação e Calagem para citros no Estado de São Paulo,

reunindo informações disponíveis no Brasil e no exterior, para o estabelecimento das recomendações de adubação para citros.

Quaggio (1991) demonstrou a importância da correção da acidez do solo ao estabelecer curva de repostagem para calagem em citros. Este mesmo autor demonstrou a importância do Ca e do Mg em solos tropicais na nutrição da planta cítrica e seus efeitos sobre a produção e qualidade dos frutos.

A adubação de N, P e K foram ajustados a modelos matemáticos, permitindo introduzir o conceito de economicidade da adubação nas recomendações de adubação, considerando-se os resultados de análises de solo para P e K, análises foliar como critério para avaliação da disponibilidade de nitrogênio (N) e produção esperada como índice do balanço nutricional (CANTARELLA et al., 1992).

A análise química do solo avalia a reserva de nutrientes disponíveis para absorção pelas raízes e auxilia na identificação de características que limitam a produtividade, enquanto a análise química de folhas determina os teores totais dos nutrientes, no tecido vegetal, e é menos sujeita à interferência graças ao método empregado, que tem por base a digestão da amostra (QUAGGIO, 2005). Os padrões de fertilidade para interpretação de resultados de análise de solo para citros foram definidos por Raij et al. (1997), enquanto que os padrões de macro e micronutrientes para folhas de citros foram definidos por Quaggio (1997), considerando folhas geradas na primavera, com seis meses de idade e de ramos com frutos.

Na adubação para pomares em produção, considera-se, além da disponibilidade de nutrientes no solo, a produtividade esperada, como critério de ajuste das doses de fertilizantes aplicados, pois plantas em produção têm demanda extra de nutrientes para os frutos, além dos nutrientes necessários ao crescimento de folhas, ramos e raízes (QUAGGIO, 2005).

Sherer et al. (2007), trabalhando com esterco de suínos, aplicado a superfície do solo sem incorporação, constataram altos teores de P nas camadas superficiais, não havendo significativa migração do nutriente para as camadas inferiores do perfil. Demonstrou também, este mesmo autor, a pouca mobilidade do fosfato residual em áreas intensivamente adubadas com esterco. Não constatando efeitos da dose de esterco nos demais atributos do solo como

a acidez, cátions básicos, CTC e teor de matéria orgânica do solo, os maiores teores de K, Ca e Mg também ocorreram nas camadas superficiais do solo.

Silva (2007) observou que a incorporação de esterco na época do plantio, apesar de ter aumentado os teores de P e K do solo ao longo de todo o período de cultivo de batata, causou imobilização de N do solo nas primeiras semanas após a incorporação.

Cunha Sobrinho et al. (1975), comparando o efeito da adubação mineral com a adubação orgânica em mudas de laranjeira 'Natal', enxertada em limoeiro 'Cravo', concluíram que, no primeiro ano e aos 21 meses após o plantio, não houve diferenças significativas no diâmetro do tronco, circunferência da copa e altura da planta.

Com o crescimento da população mundial, despertou interesse dos cientistas de solo, pelo estudo dos impactos ambientais provocados pelo gênero humano, dando cada vez mais a ênfase em seus trabalhos nas práticas de manejo agrícola e do meio ambiente. Esse novo enfoque provocou mudanças no manejo utilizado pela ciência do solo. Uma prática cada vez mais utilizada é a aplicação dos resíduos, porém a recepção destes pelo solo exige estudos científicos, sociais, econômicos e ambientais. A discussão científica de alguns resíduos inclui a irrigação de efluentes e suas relações socioeconômicas e ambientais, que devem influenciar na decisão da irrigação. Caso da irrigação com resíduos que contenha elevado teor de NO_3^- , que pela sua alta lixiviação pode contaminar o lençol freático (BOND, 1998).

Souza (2006), em experimento instalado em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, objetivando avaliar dinâmica de íons no perfil do solo, quantificar as perdas de nutrientes por lixiviação e seus efeitos sobre a acidez do solo em diferentes sistemas de manejo com adubação sólida e fertirrigação, concluiu que a fertirrigação apresentou maior concentração de íons na solução do solo em consequência de valores maiores de condutividade elétrica; observou teores elevados de NH_4^+ e NO_3^- na solução do solo nos tratamentos fertirrigados, mostrando que existem limitações para a nitrificação e grande potencial de perdas de nitrogênio por lixiviação; observou também maior movimentação do P para as camadas mais profundas do perfil, facilitada pela fertirrigação. A aplicação dos nutrientes de forma localizada em tratamentos fertirrigados, provocou maior acidificação do solo, pois promoveu maior

lixiviação dos íons na região do bulbo úmido. A aplicação localizada de calcário sob a projeção da copa permitiu a correção contínua da acidez, o que reduziu o impacto negativo da fertirrigação sobre a acidez do perfil do solo.

A adubação orgânica proporcionou aumento linear nas características avaliadas (altura da planta, diâmetro do caule, volume, projeção e circunferência da copa), da tangerineira 'Poncã', com incremento das doses de esterco utilizadas. Porém não houve diferença significativa entre os tratamentos com adubo orgânico e químico (ALMEIDA, 2005).

Segundo Del Bianchi (1998) e Fioretto (1994), a composição química da água residuária de fecularia é variável, dependendo da espécie utilizada que por sua vez, está correlacionada com as condições edafoclimáticas do local onde é cultivada, da época de colheita, idade da raiz e do tipo de equipamento industrial utilizado na produção beneficiada.

Barana e Cereda (2000), trabalhando com biodigestores anaeróbicos para água de fecularia de mandioca, demonstraram que os parâmetros bioquímicos são variáveis conforme a origem do material. O processo industrial de extração influencia significativamente nos resultados da água residuária.

O potássio (K) ocupa posição de destaque no manejo nutricional de plantas cítricas pelo seu efeito no tamanho de frutos (SMITH, 1966). Em pomares de Tangor Murcot, esse efeito é ainda mais importante, pois plantas deficientes em K produzem frutos de tamanho reduzido, o que deprecia o valor de comercialização. O excesso de aplicação de K pode induzir ao decréscimo acentuado de Ca e Mg nos teores foliares (MATTOS JUNIOR, 2004). O potássio (K) apresenta efeito depressivo, Mattos Junior et al. (2004) confirmou que a produção de frutos de Tangor Murcot foi menor quando os níveis de K foram maiores nas análises foliares, este autor correlacionou com desordem nutricional com cálcio (Ca) e magnésio (Mg). O equilíbrio entre cátions trocáveis no solo é relacionado à razão de atividade de K e cátions bivalentes em solução; assim, doses maiores de K determinam o aumento da atividade deste nutriente na solução do solo e a redução da absorção de Ca e Mg pelas plantas (JAKOBSEN, 1993 apud MATOS JUNIOR, 2004).

De acordo com Tisdale et al. (1984), a mineralização de compostos orgânicos que contém nitrogênio ocorre essencialmente a partir de três reações: aminização, amonificação e nitrificação. As duas primeiras são

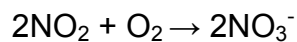
efetuadas por microrganismos heterotróficos e a terceira por bactérias autotróficas do solo. Essas três importantes transformações do nitrogênio no solo, resumidamente, ocorrem assim:

Aminização: $\text{N-orgânico} \rightarrow \text{R-NH}^2 + \text{CO}^2 + \text{OC (outros compostos)} + \text{E (energia)}$

Amonificação: $\text{R-NH}^2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}^3 + \text{R-OH}^- + \text{E}$



Nitrificação: $2\text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$



A mineralização é resultante da degradação das formas orgânicas do nitrogênio exercido pela atividade microbiana, disponibilizando-o às plantas. As transformações que determinarão as relações de equilíbrio entre N-orgânico e mineral, estão em função do comportamento do NO_3^- e NH_4^+ como íons do solo e das necessidades de plantas e microrganismos (CERETTA; FRIES, 1998).

Os resíduos orgânicos geralmente apresentam reação alcalina e podem elevar o pH do solo. A extensão dos efeitos dos resíduos orgânicos sobre o pH do solo é dependente da M.O. presente nos resíduos, das propriedades do solo, como textura e capacidade de tamponamento, e do tempo e taxa de aplicação dos resíduos (ABREU JUNIOR; MURAOKA; OLIVEIRA, 2001).

Em experimento com cana-de-açúcar Oliveira et al. (2002), verificou aumento do pH nos dois anos estudados, em função das doses de lodo aplicadas ao solo. As adubações com fertilizantes químicos minerais realizados no tratamento convencional, ao contrário, causaram acidificação no solo e, conseqüentemente aumentaram a solubilidade do Al^{+3} . Este resultado foi também obtido por Pavan (1993), e pode ser explicado pela liberação dos íons H^+ na solução do solo, durante a nitrificação do fertilizante nitrogenado, liberação essa que é mais rápida para os fertilizantes minerais.

O ciclo interno de N no solo é controlador da disponibilidade de nitrogênio para a nutrição da planta. A maioria dos processos de transformação de N no solo é mediada por microrganismos, sendo os mais importantes para as transformações de N são os fungos e as bactérias. Os microrganismos do solo, responsáveis pela transformação são afetados pela aeração, temperatura, umidade, calagem, fertilizantes e pela relação C/N (CARDOSO; TSAI; NEVES, 1992).

O emprego de vinhaça, efluente residual do processamento industrial da cana de açúcar, foi estudado por Bataglia (1986). O experimento foi desenvolvido com a aplicação deste resíduo, como fonte de K, em laranja Valência. Após dez anos constatou não existir diferenças nas propriedades químicas do solo e na nutrição, produção e qualidade de suco das plantas, em relação ao uso de cloreto de potássio. No entanto, para Bataglia (1986), seu uso na citricultura fica restrito pelos aspectos econômicos.

Água residuária ou efluente “água amarela” resultante do processo industrial de citros, em virtude de um grande volume gerado, consiste em importante resíduo que, aliado ao tratamento biológico convencional, apresenta alto potencial de disposição no solo, fornecendo água e nutrientes aos citros (SIVIERO; ANGELIS, 1995; ALOISI et al., 2001). Siviero e Agelis (1995), estudaram a toxicidade do efluente da indústria de laranja, aplicando por irrigação, em sulcos de base larga, em área de produção de eucalipto (*Eucalyptus ssp*) cultivados em filas duplas intercalados com os sulcos de irrigação. Constataram a desintoxicação do efluente no solo, mediante ensaio biológico para toxicidade com *Daphnia similis*, e a ausência de alterações nos valores de pH, condutividade elétrica e dureza da água percolada, quando comparada com a água de poços de monitoramento do aquífero freático. Posteriormente na mesma área os autores relataram que o efluente aumentou o teor de matéria orgânica e os valores de pH e da condutividade elétrica do solo, nas amostras retiradas dos canais de irrigação, em relação ao solo não irrigado.

Quanto as alterações das propriedades químicas do solo, parece não haver restrição para a disposição, porém não substitui o uso de adubos minerais (ALOISI et al., 2001).

Koo (1973 apud ABREU JUNIOR et al., 2005), avaliou a aplicação da água residuária (efluente “água amarela”) em pomares da Flórida com objetivo de avaliar a carga orgânica do resíduo, verificando forte redução da DBO e DQO e de N na água percolada no solo, com ausência de efeitos adversos aos citros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado, no período de setembro de 2004 a setembro de 2006, em pomar comercial de dois anos, fase de formação, de laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis*, (L) Osbeck), enxertada sobre o limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), na Fazenda Ypiranga, de propriedade da Cocamar - Indústria de Suco Ltda, no município de Paranavaí, região noroeste do Estado do Paraná, localizado nas coordenadas 23° 06'S, 52° 25'W e altitude 450 m. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen, sem estação seca definida, com verões quentes e com concentrações de chuvas, geadas pouco frequentes e precipitação média anual de 1.400 mm, umidade relativa do ar inferior a 75% e temperatura média anual entre 17^oC a 28^oC (FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2000). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média a moderado, com 40% de areia grossa, 51% de areia fina, 01% de silte e 08% de argila com relevo suave-ondulado (PRADO, 2003), desenvolvido a partir do arenito Caiuá.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O plantio das laranjeiras foi realizado no mês de julho de 2002, no talhão 20 da Fazenda Ypiranga, com 1379 plantas. Foram utilizadas seis linhas do talhão. O número de plantas utilizado para o experimento foi de 420 plantas, perfazendo uma área de 10.290 m² (1,029 ha) da variedade laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), porta-enxerto limoeiro "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck). O espaçamento utilizado para o plantio foi de 7,0 x 3,5 m, perfazendo uma área por planta de 24,5 m². A parcela foi constituída por 12 plantas, perfazendo uma área de 294 m², sendo que, a área útil, formada por duas plantas, foi de 49 m². As parcelas foram distribuídas por meio de sorteio.

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados, com sete tratamentos e cinco repetições, sendo: T₁ – 0 testemunha, (sem “água amarela” e sem adubo químico); T₂ – 200L; T₃ – 400L; T₄ – 600L; T₅ – 800L; T₆ – 1000L de “água amarela” por planta por ano e T₇ - testemunha (sem “água amarela” e com adubo químico). A aplicação foi dividida em três aplicações, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2004 e setembro, outubro e novembro de 2005 (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de “água amarela” L pl⁻¹, N (g), P₂O₅ (g) e K₂O (g), aplicada via solo, na laranjeira ‘Valência’ nos anos de 2004 e 2005. Maringá – 2008.

Ano/aplic.	Trata/o	Água/planta (L)	N(g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O(g)
2004	T1	0,00	0,00	0,00	0,00
	T2	200,00	50,40	7,08	68,74
	T3	400,00	100,80	14,16	137,48
	T4	600,00	151,20	21,24	206,22
	T5	800,00	201,6	28,32	274,96
	T6	1000,00	252,00	35,41	343,70
	T7*	0,00	200,00	200,00	180,00
2005	T1	0,00	0,00	0,00	0,00
	T2	200,00	56,00	11,72	148,60
	T3	400,00	112,00	23,44	297,20
	T4	600,00	168,00	35,16	445,80
	T5	800,00	224,00	46,88	594,40
	T6	1000,00	280,00	58,60	743,00
	T7*	0,00	300,00	300,00	270,00

* Adubação química utilizando a fórmula 20-04-18 + B e Zn de acordo com a análise de solo e recomendação para a cultura de citros em formação Tabela 2A (Apêndice).

O experimento foi analisado de duas formas distintas. O primeiro delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas para as variáveis de solo. As parcelas foram constituídas dos tratamentos adubo (T₇) e doses de “Água Amarela” (T₁ a T₆) 0, 200, 400, 600, 800, 1.000 L pl⁻¹. As subparcelas foram constituídas pelas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. Foram realizados os desdobramentos da interação de tratamentos principais das parcelas (adubo e doses de “água amarela”), com

tratamentos secundários das subparcelas (profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm) mesmo quando estas se mostrarem não-significativas ($p > 0,05$) na análise de variância inicial.

O segundo delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado para as variáveis fitotécnicas: altura de planta, área da copa, diâmetro do caule, qualidade de frutos e químicas através da análise foliar, nas quais os tratamentos foram constituídos por adubo (T_7) e doses de “Água Amarela” (T_2 a T_6) 200, 400, 600, 800, 1.000 L pl^{-1} , além da testemunha sem adubação. Foi aplicado o teste de Dunnett para verificar a significância do tratamento-teste adubo, em relação aos tratamentos doses de “Água Amarela”.

Foi realizada também a análise de regressão, somente dentro dos tratamentos quantitativos doses de “Água amarela” com o objetivo de verificar o comportamento resposta em função das doses.

Os experimentos atenderam às pressuposições básicas necessárias para a realização das análises de variâncias, no qual é razoável supor que os erros apresentam uma variância em comum, segundo o teste de Levene ($p > 0,05$) e os erros apresentam também distribuição normal, segundo o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), para cada uma das variáveis analisadas.

As análises de variâncias foram efetuadas com o auxílio do pacote estatístico SISVAR tal como as regressões aplicadas às doses de “Água amarela”.

O teste Dunnett foi efetuado com o auxílio do pacote estatístico GENES.

3.4. CALAGEM E ADUBAÇÃO QUÍMICA DO SOLO

Foram retiradas dez subamostras de 0 a 20 cm de profundidade, colocadas em balde de plástico, homogeneizadas, formando uma amostra composta e identificadas para análise laboratorial. Antes da instalação, foram retiradas as amostras de 20 a 40 cm de profundidade. Das amostras, foram realizadas análises química e física (Laboratório de Solos – Universidade Estadual de Maringá), cujos resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da análise química e física do solo, retirado antes da instalação do experimento, para macro e micronutrientes, nas camadas de 0- 20 e 20-40 cm de profundidade. Maringá – 2008.

Características	Profundidade 0-20 cm	Profundidade 20-40 cm
pH _{água}	6,00	5,50
pH _{CaCl}	5,00	4,40
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,30
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	2,19	2,54
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,69	0,32
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,59	0,37
K (cmol _c dm ⁻³)	0,21	0,14
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)	1,49	0,83
CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,68	3,37
Fósforo (mg dm ⁻³)	3,00	2,00
Carbono (mg dm ⁻³)	6,78	5,19
V%	40,49	24,63
%Ca	18,75	9,50
%Mg	16,03	10,98
%K	5,71	4,16
%m	0,00	26,55
Ca/Mg	1,17	0,86
Ca/K	3,29	2,29
Mg/K	2,81	2,64
Ca + Mg/K	6,10	4,93
K/√Ca + Mg	0,19	0,17
Fe (mg dm ⁻³)	1166,22	126,28
Zn (mg dm ⁻³)	1,27	0,50
Cu (mg dm ⁻³)	1,42	1,23
Mn (mg dm ⁻³)	70,29	48,95
*Areia grossa (%)	40,00	37,00
*Areia fina (%)	51,00	50,00
*Silte (%)	1,00	8,00
*Argila (%)	2,00	11,00

Análise química da área experimental.

Ca, Mg, Al – extraídos com KCL 1 mol L⁻¹; **P, H, Fe, Na, Cu, Mn** – extraídos por Mehlich 1; H + Al – método SMP; **C** – método Walkley & Black; **SB** – Soma de bases.

*Análise granulométrica da área experimental.

A calagem foi realizada, segundo a recomendação (OLIVEIRA, 2001), para elevar a CTC de 3,68 para 10,00 cmol_c dm⁻³, V% de 40,49 para 70%, relação Ca/Mg de 1,17 para 3,00 (3:1), e pH de 5,00 para 6,00 em CaCl₂. Utilizando-se o método de saturação por bases, foi calculada a quantidade de calcário a ser aplicado, cuja quantidade foi de 1,08 t ha⁻¹ ou 0,108 kg m², correspondendo a 15,96 kg por parcela de 294 m², a 100% de PRNT (utilizando-se calcário com 84% PRNT: 18,9 kg). O calcário foi aplicado a lanço em área total, superficial sem incorporação.

A adubação corretiva de fósforo foi utilizado segundo a recomendação (OLIVEIRA, 2001), para elevar de 3,00 para 12,00 mg dm⁻³ de P, resultando em 1.145,00 kg ha⁻¹ de superfosfato simples ou 0,115 kg m². Para o experimento, foram utilizados 50% da dose, resultando na aplicação de 0,057 kg m⁻² ou 8,42 kg por parcela (700 g pl⁻¹). A fonte utilizada foi superfosfato simples com 20% de eficiência e 18% de P₂O₅. O superfosfato simples foi aplicado a lanço superficial sem incorporação nos tratamentos T₁ a T₆. Para o tratamento T₇, o fósforo foi corrigido também, segundo recomendação do grupo paulista de adubação de 200 g de P₂O₅ por planta (40 g da fórmula e 800 g de Superfosfato Simples) (Tabela 1).

Na indústria de suco cítrico, a “água amarela”, após a centrifugação na linha de óleo essencial segue para a unidade de recuperação de d-Limonene, em destilador com aquecimento por meio de injeção de vapor. Neste equipamento, ocorre a separação da mistura, a água é retirada pelo fundo, enquanto o óleo volatiliza e se dirige para uma tubulação para conduzir os vapores de óleo para um condensador. Neste equipamento, o d-Limonene é liquefeito e depois segue para um resfriador. Como ocorre o arraste de uma pequena quantidade de água, o líquido é recolhido em um tanque de decantação, onde o d-Limonene permanece para a total separação da água. A separação ocorre pela diferença de densidade entre os produtos, de forma que o óleo se concentra na superfície do tanque e a água é depositada no fundo do tanque. O d-Limonene é então envasado e a água coletada constituindo-se no efluente “água amarela” utilizada no experimento, cuja análise consta da Tabela 3.

A “água amarela” foi acondicionada em caminhão-tanque com capacidade de 8.000 L e levada para área experimental. Para aplicação da água residual, esta foi transferida para pulverizador ARBUS 2000 marca JACTO (sem filtros e bicos de pulverizador), adaptado a trator MF 275. O conjunto trator e pulverizador trabalharam numa pressão de 300 lb e a 1.600 rpm na tomada de força do trator, permitindo uma vazão de 100 L por minuto, em dois bicos denominado pistola. A aplicação foi manual; duas pessoas, uma cada pistola, distribuíram a “água amarela” uniformemente por toda a parcela. A quantidade de água por parcela foi medida por meio de mangueira transparente adaptada ao tanque de pulverização.

A “água amarela” foi retirada da fábrica nas safras 2004 e 2005, cuja composição varia de um ano para outro em função do clima e dos tratamentos culturais utilizados nos pomares (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultado analítico de macronutrientes, micronutrientes e metais pesados, do efluente “água amarela”, nos de 2004 e 2005. Laboratório de Agroquímica e Meio-ambiente, da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá – 2008.

Composição da “água amarela”	Valores 2004	Valores 2005
<u>Macronutrientes:</u>		
C (mg L ⁻¹)	9740,00	-
MO (mg L ⁻¹)	17768,00	-
Ntotal (mg L ⁻¹)	252,00	280,00
CaO (mg L ⁻¹)	148,92	180,54
MgO (mg L ⁻¹)	11,47	42,33
K ₂ O (mg L ⁻¹)	343,74	743,07
P ₂ O ₅ (mg L ⁻¹)	35,41	58,59
C/N (mg L ⁻¹)	38:1	-
pH	5,16	3,65
<u>Micronutrientes:</u>		
Fé (mg L ⁻¹)	2,50	7,35
Cu (mg L ⁻¹)	0,35	0,20
Mn (mg L ⁻¹)	0,40	0,30
Zn (mg L ⁻¹)	0,93	0,56
<u>Metais pesados:</u>		
Cr	nd	nd
Ni	nd	nd
Cd	nd	nd
Pb	nd	nd

Metodologia: umidade, feita na estufa a 105°C; MO e Carbono incineração a 550°C; Ca, Mg, P, K, Fé, Cu, Mn, Zn, dissolução das cinzas com ácido clorídrico (1:1); pH feito com água destilada, deionizada; N (total), método de kjeldahl.

(-) – Elemento não analisado.

(nd) – elemento não detectado.

A adubação foi realizada, segundo a recomendação para citros em formação, por idade e em função da análise do solo (RAIJ et al., 1997), para o tratamento T₇, cujas quantidades são as seguintes: em 2004, foram aplicados 1.000 g da fórmula 20-04-18 + Bo e Zn (200 g de N por planta) e em 2005, 1.500 g (300 g de N por planta). Enquanto que os tratamentos T₂ a T₆, a adubação foi fornecida via efluente “água amarela”, sendo que testemunha (T₁) não recebeu nenhuma adubação. A Tabela 1 mostra as quantidades de

nutrientes aplicados, em gramas por planta. A adubação do tratamento T₇ foi realizada em outubro, novembro e dezembro de 2004 e setembro, outubro e novembro de 2005, dividida em três aplicações anuais (Tabela 1).

3.5. TRATOS CULTURAIS

Os demais tratos culturais, controle de pragas e doenças, manejo de ervas daninhas, exceção feita aos nutrientes foliares que não foram utilizados na área experimental, foram os mesmos utilizados na Fazenda Ypiranga. Na entre linha, foi semeado *Brachiaria ruziniense*, no mês de novembro de 2004.

3.6. COLETA DOS DADOS EXPERIMENTAIS

3.6.1. Características do solo – concentração de nutrientes no solo e pH

As amostras de solo foram retiradas após dois anos de instalação do experimento, perfazendo 35 amostras de 0- 20 e 35 amostras de 20-40 cm de profundidade, respectivamente no mesmo local. Foram retiradas quatro amostras por parcela, chamadas de subamostras, em ambas as profundidades. Utilizou-se a seguinte metodologia para coleta das amostras de solo: cada parcela é composta de duas plantas úteis. O local escolhido para coleta foi a área de projeção da copa de ambas as plantas e de ambos os lados na direção da entrelinha. No local da retirada da amostra, foi realizada a limpeza do solo, com enxada, retirando uma camada de 01 cm de solo e folhas em decomposição. Com o trado de solo, foram retiradas as amostras (0 a 20) e colocadas em balde de plástico comum, as subamostras foram homogeneizadas e colocadas em saco plástico, identificadas para posterior análise laboratorial. Da mesma forma e no mesmo local, foram retiradas as amostras de 20 a 40 cm, colocadas em outro balde, cujo procedimento de homogeneização e embalagem foi idêntico à amostragem de 0 a 20 cm. As amostras foram levadas para análise no Laboratório de Solos do Departamento

de Agronomia da UEM. As variáveis analisadas foram pH em H₂O e CaCl₂, N, P, K, Ca, Mg e M.O.

3.6.2. Teor foliar de nutrientes

A amostra de folhas foi retirada das duas plantas úteis da parcela, sendo coletadas dos quatro lados da planta, na direção da linha e da entre linha, formando uma amostra de 12 a 15 folhas por planta, totalizando 25 a 30 folhas por parcela. As amostras foram levadas para análise no Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da UEM – Universidade Estadual de Maringá, onde se avaliaram os teores de: N, P, K, Ca, Mg, B e Zn.

3.6.3. Características fitotécnicas

3.6.3.1. Diâmetro do caule

O diâmetro do caule (cm) foi mensurado por meio da circunferência do tronco das duas plantas úteis, com fita métrica, medido 10 cm acima do ponto de enxertia. Os dados foram transformados pelas fórmulas $C = 2\pi R$ e $D = 2R$, para diâmetro do caule.

3.6.3.2. Área da copa

A área média da copa (m²) foi mensurada com fita métrica estendendo a fita no sentido da linha e no sentido da entre linha do plantio, a 1,50 m de altura do solo. Mediu-se o diâmetro da copa da planta 1 e planta 2 na linha de plantio, cuja média obtém-se o diâmetro médio das duas plantas na linha de plantio. Da mesma forma, mediu-se o diâmetro da planta 1 e planta 2 na direção da entre linha de plantio, cuja média obtém-se o diâmetro médio das duas plantas na entre linha de plantio. Para obtenção da área de superfície média aplicou-se a fórmula ($A = \pi D^2/4$), para cada planta, obtendo-se a área

média da copa por planta. Para utilização final, calculou-se a média da área das duas plantas, sendo utilizado para cálculos estatísticos.

3.6.3.3. Altura da planta

A altura da planta (m) foi medida do solo ao ramo mais alto, com régua de agrimensor, para cada planta útil. Sendo utilizada a média das duas plantas úteis para os cálculos estatísticos.

3.6.3.4. Análise da qualidade dos frutos

Foram colhidos todos frutos das plantas úteis, em setembro, correspondente às safras 05/06 e 06/07 (primeira e segunda safra de produção). No laboratório da Cocamar - Indústria de Sucos os frutos foram contados, pesados e, realizada a análise, para Brix, acidez, 'ratio', % de suco, SST/cx, fr cx⁻¹, cx t⁻¹ e cx ha⁻¹.

A extração do suco foi realizada pela extratora FMC e, determinado: rendimento do suco em percentagem (relação entre o peso do suco e o peso do fruto); sólidos solúveis totais (SST), medidos em °Brix por meio de um refratômetro manual, com os valores corrigidos para 20°C; acidez titulável total (ATT) por titulação com NaOH a 0,1 N (AOAC, 1990), sendo os resultados expressos em percentagem de ácido cítrico. Foram calculados o 'ratio' (SST/ATT) e o índice tecnológico (IT), o qual foi obtido mediante a equação: $IT = \text{rendimento em suco} \times \text{sólidos solúveis totais} \times 40,8 / 10.000$, calculando-se assim, o teor de sólidos solúveis totais em uma caixa de colheita de frutos de 40,8 kg (DI GIORGIO, 1991). Para os cálculos estatísticos, foram utilizadas as variáveis 'ratio' e SST (sólidos solúveis totais).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS DO SOLO

Os resultados da aplicação de “água amarela” como fonte de adubo para planta cítrica, em relação as variáveis de solo analisadas encontram-se na Tabela 4. Por meio do resumo da análise da variância (Tabela 4), verificou-se que houve ($p < 0,05$) efeito significativo do pH em cloreto de cálcio (CaCl_2) e água (H_2O), cálcio (Ca) e potássio (K). Para as variáveis: magnésio, fósforo e matéria orgânica (MO) não houve diferenças significativas entre tratamentos ($p > 0,05$).

Nas profundidades 0-20 e 20-40 cm (subparcelas) dos tratamentos, houve efeito significativo para todos atributos do solo analisados (pH CaCl_2 e H_2O , Ca, Mg, K, P, e MO).

Tabela 4 – Resumo da Análise de Variância para as variáveis de solo pH em H_2O e CaCl_2 , Ca, Mg, K, P e MO em função das doses de efluente “água amarela” e profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Maringá – 2008.

FV	GL	QM						
		pH CaCl_2	pH H_2O	Ca	Mg	K	P	M.O.
TRAT.	6	1,0831**	1.0949**	0,2433**	0,1588 ^{NS}	0,0223**	38,8545 ^{NS}	4,9910 ^{NS}
ERRO(a)	28	0,2493	0,2340	0,0863	0,0496	0,0028	19,4513	2,4512
PROF.	1	9,3622**	6,9142**	3,4899**	0,7844**	0,0571**	1328,1444**	69,0830**
TRAT*PROF.	6	0,1462**	0,0606 ^{NS}	0,0379 ^{NS}	0,0218 ^{NS}	0,0003 ^{NS}	13,8633 ^{NS}	1,5331 ^{NS}
ERR(b)	28	0,0403	0,0265	0,0164	0,0114	0,0003	6,5181	1,8352
MÉDIA		4,9114	5,7371	0,8524	0,5844	0,1711	7,1784	9,1265
CVa(%)		10,1700	8,4300	34,4700	38,1100	31,3200	61,4400	17,1500
CVb(%)		4,0900	2,8400	15,0300	18,2900	11,0900	35,5700	18,8400

** Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade; CVa - Coeficiente de variação das parcelas; NS Não significativo, a 5% de probabilidade; CVb - Coeficiente de variação das subparcelas.

Para a Interação tratamento x profundidade 0-20 e 20-40 cm, houve efeito significativo somente para o pH em cloreto de cálcio (CaCl_2), sendo que para as demais variáveis analisadas pH em água (H_2O), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e matéria orgânica (MO), não houve efeito significativo. Este resultado mostra que a aplicação de “água amarela”, durante o período experimental teve efeito positivo para o pH do solo em cloreto de cálcio, não tendo apresentado resultado nos demais atributos do solo.

4.1.1. pH em CaCl_2 e H_2O

No contraste das doses de “água amarela” com a testemunha adubo, nas profundidades de 0- 20 e 20-40 cm, para as variáveis pH (CaCl_2) e pH (H_2O), as doses aplicadas foram superiores ao tratamento com adubo, para pH CaCl_2 e pH H_2O (Tabela 5 e 6). Este resultado pode ser devido ao efeito da aplicação de calcário ($1,08 \text{ t ha}^{-1}$), aplicação superficial realizada em área total na correção inicial do solo na instalação do experimento. A dinâmica da aplicação do calcário superficial, a máxima resposta da calagem superficial ocorre no terceiro ano e na camada de 0-10 cm (FIDALSKI; TORMENA, 2005). A aplicação das doses do efluente “água amarela”, pode ter acelerado o processo de correção do solo, para camada 0-20 cm de profundidade, demonstrado pela Figura 1 e 3, pH CaCl_2 e pH em H_2O , que apresentam tendência linear crescente, cujas equações estão expressas por, $\hat{Y} = 5,1828571 + 0,0004942857x$ ($R^2 = 92,65\%$), e por $\hat{Y} = 5,9971429 + 0,0003857114x$ ($R^2 = 78,54\%$). A calagem superficial estudada em plantio direto sobre áreas originalmente de pastagens de campo nativo também promoveu alterações das características químicas na camada de 0,05 e 0,23 m de profundidade (RHEINHEIMER et al., 2000b; PETRERE; ANGHIONI, 2001). Outra hipótese para a tendência linear do aumento do pH CaCl_2 no solo, pode ser explicado pelo aumento dos íons (Ca^{++}) no perfil do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, ocasionados pela lixiviação, pelo aumento das doses do efluente “água amarela”, em razão da textura arenosa da camada superficial do solo Arenito Caiuá (MEDA et al., 2002). Para camada de 20-40 cm, o modelo testado não apresenta diferenças em nível de ($p < 0,05$), demonstrando que o tempo de duração experimental não foi suficiente para que houvesse modificação nos valores de pH, conforme Figuras 2 e 4, tendência demonstrada por Fidalski e Tormena (2005).

O efeito dos resíduos orgânicos sobre o pH do solo é dependente da MO presente nos resíduos, das propriedades do solo, como textura e capacidade de tamponamento, e do tempo e taxa de aplicação dos resíduos (ABREU JUNIOR et al., 2001; OLIVEIRA, 2000). O pH como fator isolado talvez seja o que mais influencia a disponibilidade, a faixa de pH de 6,0 a 6,5 a disponibilidade é máxima para os macronutrientes, afastando do mínimo os micronutrientes (MALAVOLTA et al., 1997). O experimento foi conduzido nas condições de campo por dois anos.

Tabela 5 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl⁻¹ com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável pH (CaCl₂) no solo. Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
0	5,14 (+)	4,44 (+)
200	5,28 (+)	4,52 (+)
400	5,40 (+)	4,48 (+)
600	5,54 (+)	4,80 (+)
800	5,62 (+)	4,76 (+)
1000	5,60 (+)	4,68 (+)
Adubo (Testemunha)	4,36	4,14
DMS		0,29

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos nas colunas seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

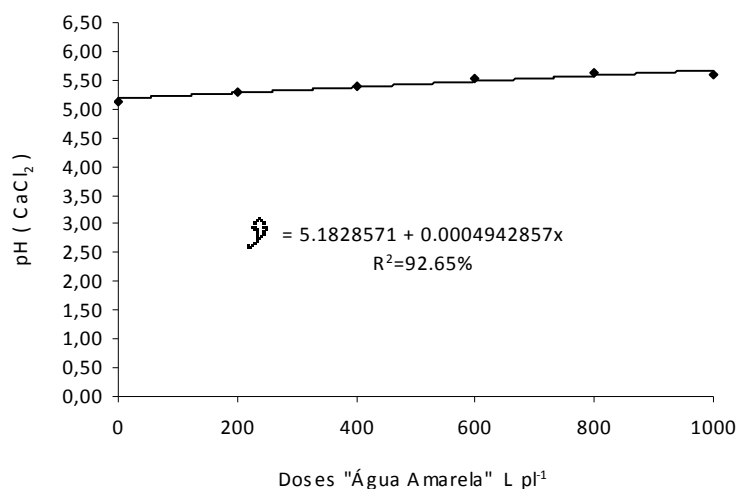


Figura 1 – Variação do pH (CaCl₂) em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

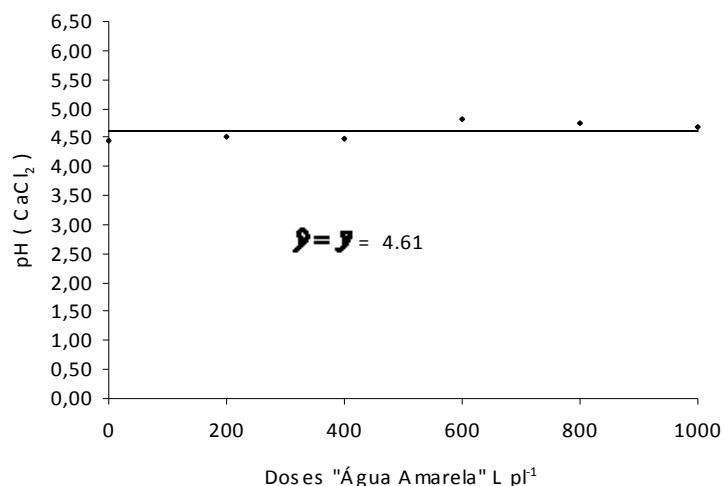


Figura 2 – Variação de pH (CaCl₂) em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

Tabela 6 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” em L pl⁻¹ com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável pH (H₂O) no solo, Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
0	5,92 (+)	5,26 (+)
200	6,08 (+)	5,42 (+)
400	6,20 (+)	5,40 (+)
600	6,32 (+)	5,70 (+)
800	6,34 (+)	5,68 (+)
1000	6,28 (+)	5,58 (+)
Adubo (Testemunha)	5,22	4,92
DMS	0,27	

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

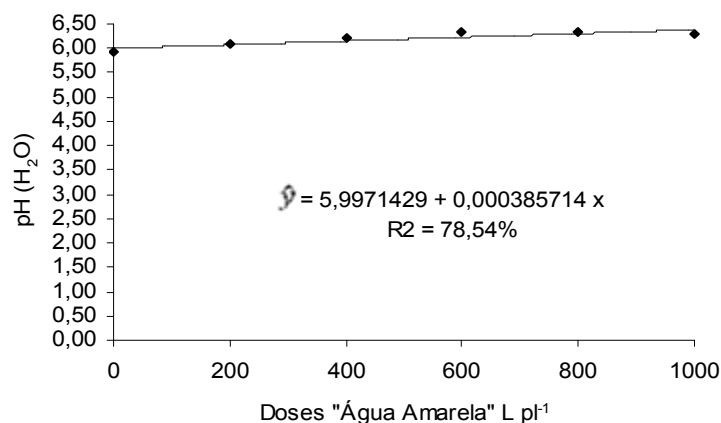


Figura 3 – Variação do pH (H₂O) em função de doses do efluente “água amarela” no solo na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

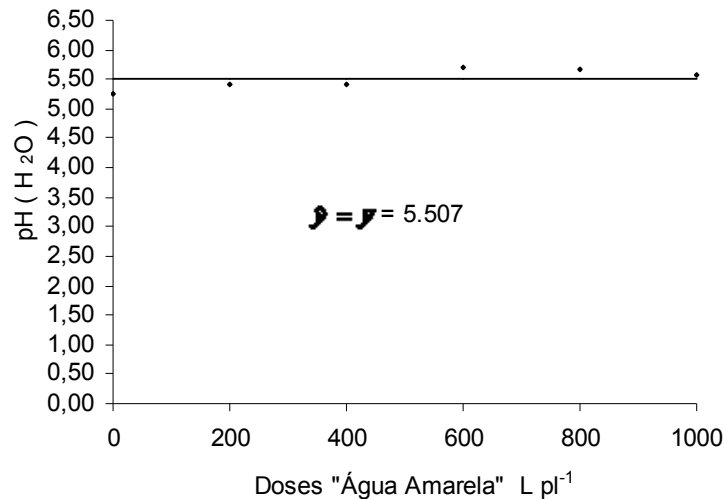


Figura 4 – Variação do pH (H₂O) em função de doses do efluente “água amarela” no solo na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

4.1.2. Cálcio (Ca⁺²)

Na profundidade de 0-20 cm, foi observado que até a dose de 600 L pl⁻¹ não houve modificação no teor deste atributo no solo, porém nas doses mais elevadas 800 e 1.000 L pl⁻¹, houve acréscimo no teor deste nutriente (Tabela 7).

Tabela 7 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” L ha⁻¹ com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável teor de cálcio no solo (cmol_c dm⁻³). Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
0	0,96 (NS)	0,58 (NS)
200	0,97 (NS)	0,53 (NS)
400	0,98 (NS)	0,50 (NS)
600	1,01 (NS)	0,61 (NS)
800	1,41 (+)	0,83 (+)
1000	1,33 (+)	0,73 (NS)
Adubo (Testemunha)	0,87	0,63
DMS	0,17	

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

Sherer (2007), trabalhando com esterco de suínos, aplicado na superfície do solo sem incorporação, constatou efeitos da dose de esterco, sendo que os maiores teores Ca, no solo, foram encontrados nas camadas superficiais (0-20 cm), não havendo significativa migração do nutriente para as camadas inferiores do perfil. Fidalski (2005), estudando a dinâmica da aplicação de calcário superficial, constatou que, com doses crescentes de calcário, houve aumento dos atributos do solo pH, Ca, Mg e V%, identificando o estabelecimento de uma frente de alcalinização na camada de 10-20 cm de profundidade.

Damato Júnior et al. (2006), trabalhando com doses de resíduos gerados na agropecuária como esterco e serragem de madeira em compostagem, constatou para o cálcio, que houve aumento linear nos teores do solo em função da adição do composto, sendo que os menores teores foram encontrados no testemunha e no tratamento com a menor dose, enquanto nas maiores doses encontraram-se os maiores teores de cálcio. As Figuras 5 e 6, na profundidade 0-20 e 20-40 cm, respectivamente, ilustram o comportamento do teor de cálcio (Ca) no solo, em que, com a aplicação do efluente “água amarela”, até a dose de 600 L pl⁻¹ por planta, não houve acréscimo dos teores deste componente no solo, já para as doses mais elevadas de 800 e 1000 L pl⁻¹, houve acréscimo dos teores no solo.

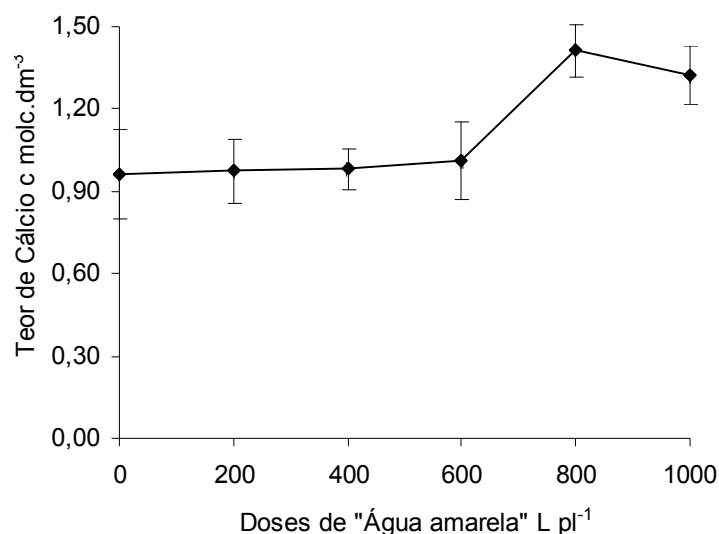


Figura 5 – Comportamento do teor de Cálcio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

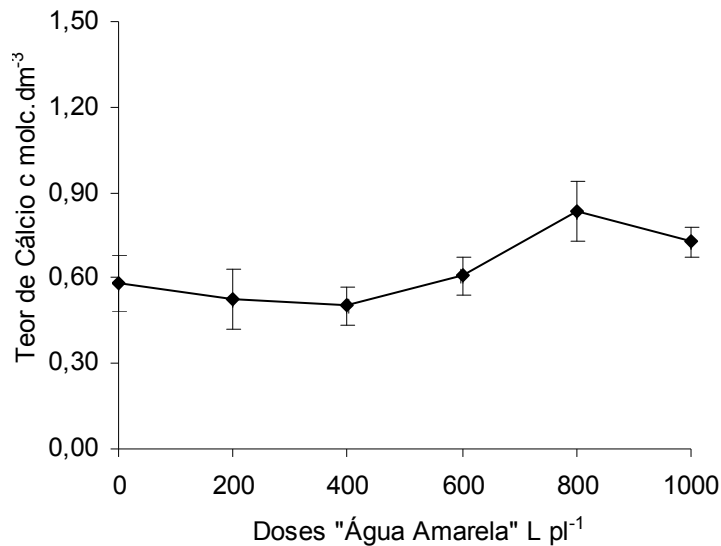


Figura 6 – Comportamento do teor Cálcio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

4.1.3. Magnésio (Mg⁺²)

A concentração de magnésio, no solo, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm apresentou acréscimo nos teores do nutriente no solo. As doses aplicadas foram superiores ao tratamento-teste, com exceção da dose 0 L por planta, na profundidade 20-40 cm a qual não apresentou diferença significativa com o tratamento-teste (Tabela 8). As Figuras 7 e 8 representam as análises, excetuando-se o tratamento-teste, não havendo diferenças significativas ($p > 0,05$).

Esta característica do solo teve comportamento semelhante ao trabalho de Damato Jr (2006), em que a concentração de Mg não foi afetado pelos tratamentos aplicados ($p > 0,05$), apresentando teores médios de 0,735 molc dm⁻³ de Mg, quando aplicou diferentes doses de compostos orgânicos. Uma hipótese para explicar o ocorrido é que o resultado analítico do efluente “água amarela” apresentou 11,47 mg L⁻¹ (Tabela 3). Quando analisado os teores de K no resultado analítico do efluente (Tabela 3), os teores deste elemento são altos (343,74 mg L⁻¹ de K), apesar disso, por meio da análise foliar, não foi observado deficiência de Mg induzida pela aplicação excessiva de K (DEMATO JÚNIOR et al., 2006). A concentração de Mg, no solo, apresentou comportamento

diferente dos trabalhos de Sherer et al. (2007); Fidalski et al. (2005) quando estudaram a dinâmica da aplicação de calcário e resíduos orgânicos.

Tabela 8 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” $L\ pl^{-1}$, com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Magnésio no solo ($cmol_c\ dm^{-3}$). Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade 0-20 cm	Profundidade 20-40 cm
0	0,68 (+)	0,38 (NS)
200	0,67 (+)	0,42 (+)
400	0,72 (+)	0,45 (+)
600	0,74 (+)	0,71 (+)
800	0,79 (+)	0,57 (+)
1000	0,81 (+)	0,54 (+)
Adubo (Testemunha)	0,42	0,28
DMS	0,13	

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

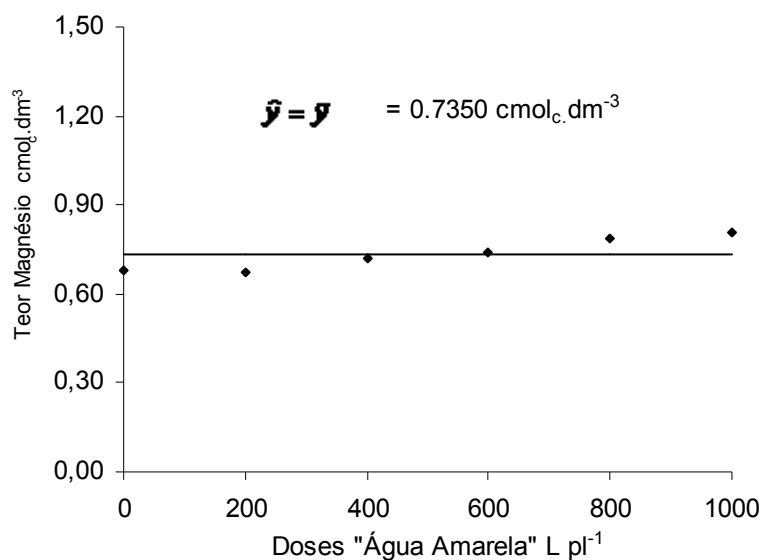


Figura 7 – Variação do teor de Magnésio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

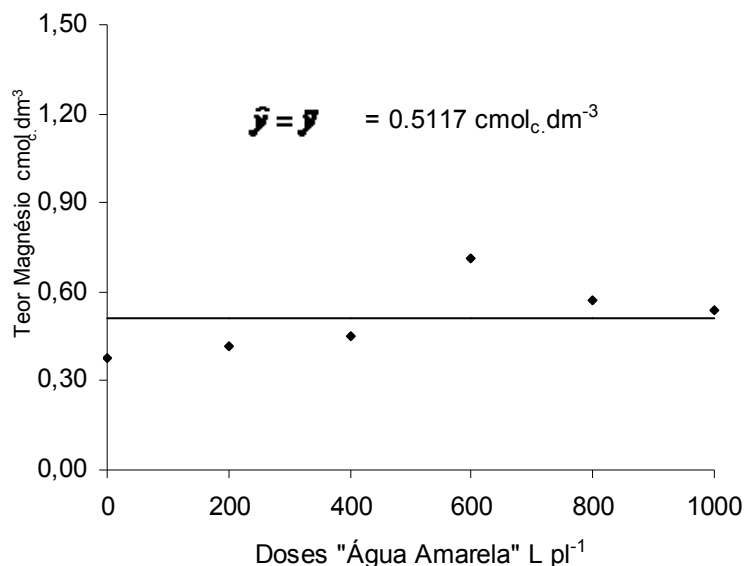


Figura 8 – Variação do teor de Magnésio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

4.1.4. Potássio (K⁺)

O potássio (K) apresentou comportamento linear crescente ($p < 0,05$) na profundidade de 0-20 cm, em função da aplicação do efluente “água amarela”. O equilíbrio entre cátions trocáveis, no solo, é relacionado à razão de atividade de K e cátions bivalentes em solução; assim, doses maiores de K determinam o aumento da atividade deste nutriente na solução do solo e a redução da absorção de Ca e Mg pelas plantas (JAKOBSEN, 1993 apud MATOS JUNIOR et al., 2004). O potássio é um íon sujeito à lixiviação no solo, especialmente em solos de textura mais arenosa. Quaggio, Mattos Júnior e Cantarella (2005) mostrou que existe intensa movimentação de K no perfil do solo, diretamente relacionado às doses de K aplicadas. Observa-se o aumento do K com a aplicação crescente das doses do efluente “água amarela”, na camada de 0-20 e de 20-40 cm conforme a curva de resposta apresentado nas Figuras 9 e 10. Analisando a Tabela 9, observa-se que, com aumento das doses de efluente aplicado, houve aumento do teor de potássio para ambas as profundidades estudadas. Era de se esperar tal comportamento em função do íon (K⁺) ter grande mobilidade no perfil do solo, demonstrando o grande potencial de perdas de K por lixiviação nos solos cultivados com citricultura. Porém, o excesso de aplicação de K pode

induzir ao decréscimo acentuado de Ca e Mg nos teores foliares podendo causar desbalanço nutricional com conseqüente prejuízo na produção (efeito depressivo causado pelo potássio) (MATTOS JUNIOR et al., 2004). Bataglia (1986) desenvolveu experimento com a aplicação de vinhaça, como fonte de K, em laranja Valência. Após dez anos, constatou não existir diferenças nas propriedades químicas do solo, na nutrição, produção e qualidade de suco das plantas, em relação ao uso de cloreto de potássio.

Tabela 9 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl⁻¹, com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Potássio no solo (cmol_c dm⁻³). Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
0	0,14 (-)	0,08 (-)
200	0,16 (NS)	0,11 (NS)
400	0,21 (+)	0,13 (NS)
600	0,21 (+)	0,14 (NS)
800	0,22 (+)	0,18 (+)
1000	0,29 (+)	0,22 (+)
Adubo (Testemunha)	0,17	0,12
DMS	0,03	

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

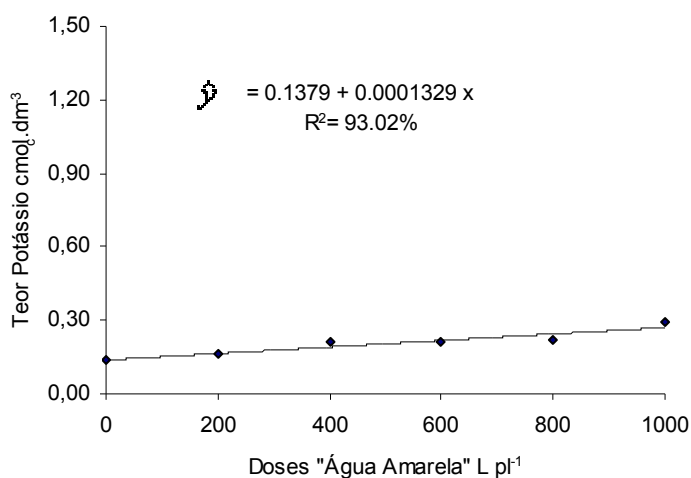


Figura 9 – Variação do teor de Potássio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

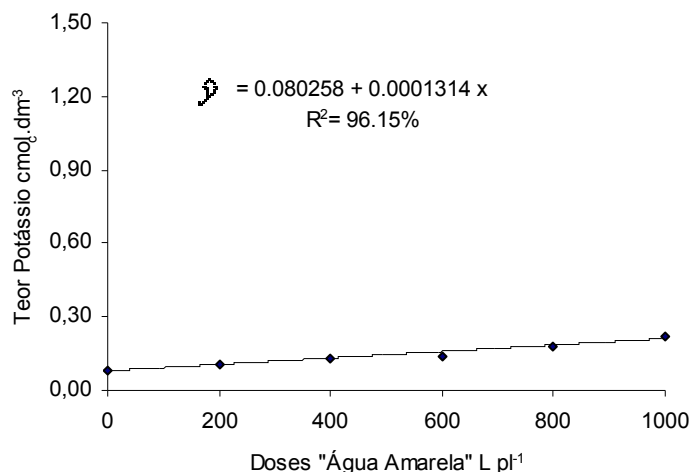


Figura 10 – Variação do teor de Potássio no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

4.1.5. Fósforo (P)

Analisando a Tabela 10, observou-se que os valores de P, no solo, foram menores na profundidade 0-20 cm, quando aplicado doses crescentes de “água amarela” excetuando a dose 0 L pl⁻¹, a qual não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). A aplicação de efluente não teve efeito no teor de P no solo ($p > 0,05$) mesmo com o aumento da dose de efluente para a profundidade 20-40 cm. A Figura 11 apresenta o comportamento do P em nível de 0- 20 cm de profundidade, comportamento quadrático, representada pela equação $\hat{y} = 12,8414 - 0,0167x + 0,00001695x^2$ ($R^2 = 60,57\%$). Enquanto que para profundidade de 20 a 40 cm, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) (Figura 12). A eficiência do fósforo (P) depende muito de sua solubilidade, em água ou em ácidos. A baixa mobilidade do P, no perfil do solo, pode ter acumulado o P na superfície do solo e o mesmo ter se transformado em forma não-lábil. A quantidade de P₂O₅, contida no efluente, foi de 35,41 a 58,59 mg L⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 3) que pode ter sido pouco para produzir efeito no P do solo. Sherer et al. (2007), utilizando o esterco de suínos, em doses crescentes para avaliar as características químicas de um latossolo no sistema de plantio direto na cultura de milho, cuja análise do esterco apresentou 680 a 2340 mg L⁻¹ de P₂O₅, aplicado na superfície do solo sem incorporação, constataram altos teores de P nas camadas superficiais do solo. O tempo de duração do experimento pode ter sido pouco para produzir mudança no atributo P do solo,

uma vez que Silva (2007) cultivou batata e aplicou anualmente 15 t ha⁻¹ de esterco e constatou que o esterco aumentou os teores de N e P, após cinco anos de avaliação experimental. Damato Júnior et al. (2006), trabalhando com doses de resíduos gerados pela agropecuária, concluiu que as doses de resíduo promoveram o incremento nos atributos do solo, nas camadas superficiais do solo. Trabalhando com biodigestores anaeróbicos para água de fecularia de mandioca, Barana e Cereda (2000) demonstraram que os parâmetros bioquímicos são variáveis conforme a origem do material.

Tabela 10 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl⁻¹, com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Fósforo no solo (mg dm⁻³). Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade 0-20 cm	Profundidade 20-40 cm
0	14,06 (NS)	3,96 (NS)
200	8,42 (-)	2,10 (NS)
400	8,12 (-)	2,46 (NS)
600	9,48 (-)	2,18 (NS)
800	12,32 (-)	2,40 (NS)
1000	11,76 (-)	2,30 (NS)
Adubo (Testemunha)	16,58	4,36
DMS	2,72	

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

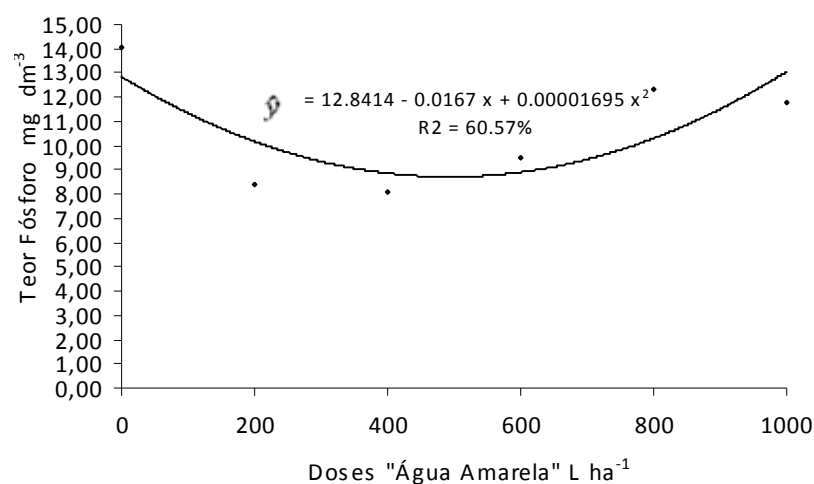


Figura 11 – Variação do teor de Fósforo no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

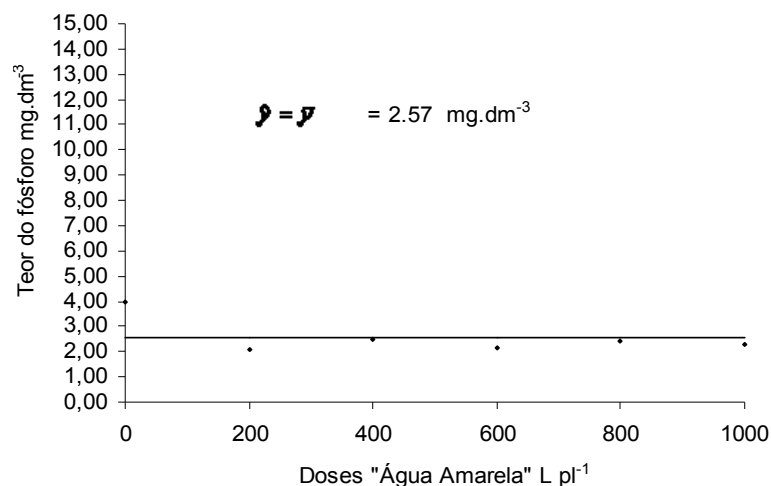


Figura 12 – Variação do teor de Fósforo em função de doses do efluente “água amarela” no solo na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

4.1.6. Matéria Orgânica (M.O.)

A aplicação do efluente “água amarela” proporcionou aumento no teor de matéria orgânica no solo, sendo crescente até a dose de 400 L pl⁻¹, cujo valor foi de 12,19 g dm⁻³ de matéria orgânica. Após este valor, houve decréscimo gradual do nível de matéria orgânica incorporada ao solo (Tabela 11 e Figura 13), na profundidade de 0-20 cm. Para a profundidade de 20-40, o comportamento foi semelhante a 0-20 cm, o nível de matéria orgânica foi crescente até o tratamento de 600 L pl⁻¹, para em seguida decrescer mesmo que a dose do efluente tenha aumentado, porém não significativo em nível de ($p > 0,05$). De acordo com Tisdale et al. (1984) a mineralização de compostos orgânicos que contêm nitrogênio ocorre essencialmente a partir de três reações bioquímicas: aminização, amonificação e nitrificação. As duas primeiras são efetuadas por microrganismos heterotróficos, e a terceira por bactérias autotróficas do solo. A mineralização é resultante da degradação das formas orgânicas do nitrogênio exercido pela atividade microbiana, disponibilizando-o às plantas. As transformações que determinarão as relações de equilíbrio entre N-orgânico e mineral estão em função do comportamento do NO₃⁻ e NH₄⁺ como íons do solo e das necessidades de plantas e microrganismos (CERETTA; FRIES, 1998). O critério do N disponível é definido em função da capacidade do “resíduo orgânico” de disponibilizar N inorgânico (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) às plantas, num determinado período, tais processos de transformação N orgânico

em nitrato (NO_3^-) e amônia (NH_4^+) são dependentes de umidade no solo, aeração, temperatura, calagem, fertilizantes e a relação C/N (CARDOSO et al., 1992). Estes fatores podem ter interferido no processo de transformação do N orgânico em mineralizado, retardando o processo, que é essencialmente realizado por microrganismos do solo. O efeito dos resíduos orgânicos sobre o pH do solo é dependente da MO presente nos resíduos, das propriedades do solo, como textura e capacidade de tamponamento, e do tempo e taxa de aplicação dos resíduos (ABREU JUNIOR et al., 2001; OLIVEIRA, 2000).

Tabela 11 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl^{-1} , com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para a variável Matéria Orgânica no solo (g dm^{-3}). Maringá – 2008.

Tratamentos	Profundidade (0-20 cm)	Profundidade (20-40 cm)
0	9,57 (NS)	7,76 (NS)
200	10,12 (NS)	7,91 (NS)
400	12,20 (+)	8,88 (NS)
600	9,70 (NS)	9,02 (NS)
800	9,65 (NS)	7,97 (NS)
1000	9,38 (NS)	7,29 (NS)
Adubo (Testemunha)	10,22	8,13
DMS	1,09	

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

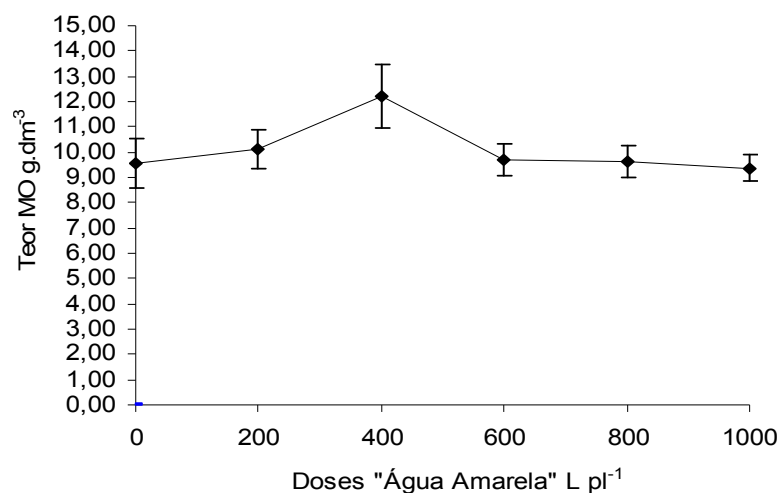


Figura 13 – Comportamento do teor de Matéria Orgânica no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 0 a 20 cm. Maringá – 2008.

O efeito dos resíduos orgânicos sobre o pH do solo é dependente da MO presente nos resíduos, das propriedades do solo, como textura e capacidade de tamponamento, e do tempo e taxa de aplicação dos resíduos (ABREU JUNIOR et al., 2001; OLIVEIRA, 2000).

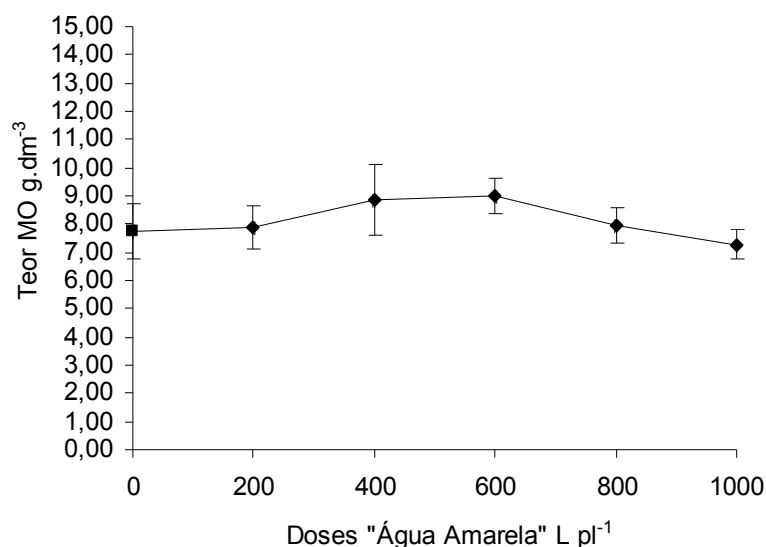


Figura 14 – Comportamento do teor de Matéria Orgânica no solo em função de doses do efluente “água amarela” na profundidade de 20 a 40 cm. Maringá – 2008.

4.2. TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES

A análise de variância dos teores foliares de nutrientes na laranjeira ‘Valência’ revelou efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para as variáveis nitrogênio (N) e boro (B) (Tabela 12).

Tabela 12 – Resumo da análise de variância para os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Zn e B em função das doses de efluente “água amarela”. Maringá – 2008.

FV	GL	Quadrados Médios						
		Cálcio	Magnésio	Fósforo	Nitrogênio	Potássio	Zinco	Boro
TRAT	6	9,6763 ^{NS}	0,3131 ^{NS}	0,0232 ^{NS}	14,4571 ^{**}	7,0903 ^{NS}	472,6956 ^{NS}	585,7212 ^{**}
RES	28	17,3239	0,2751	0,0411	3,3857	5,0958	276,3781	30,3323
Média		23,3142	3,0311	1,5542	13,1142	17,3862	104,0371	48,8137
CV(%)		17,85	17,31	13,06	14,03	12,98	15,98	11,28

** Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade

NS Não significativo, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 13, é possível verificar o desdobramento da variável teor de boro (B) e nitrogênio (N). Para estes nutrientes, o tratamento-testemunha foi superior aos demais tratamentos ($p > 0,05$), demonstrando que a aplicação do efluente “água amarela” não forneceu o micronutriente boro (B) e nitrogênio (N) para nutrição da planta, apresentando valores menores que o tratamento-testemunha ($72,22 \text{ mg kg}^{-1}$ de B e $15,80 \text{ g kg}^{-1}$ de N). Quaggio et al. (1996), determinando as doses ótimas de macro e micronutrientes para folhas de laranjeiras, apresentam valores de 36 a 100 mg kg^{-1} para B e 23 a 27 g kg^{-1} para N. O boro é um micronutriente essencial para sistema enzimático, metabolismo de carboidratos e formação dos vasos condutores (HASS; KLOTS, 1931; HASS, 1945). O nitrogênio, componente de ácidos nucléicos, proteínas e clorofila têm influencia direta na área foliar, eficiência fotossintética produção e qualidade dos frutos (SMITH, 1969). O não-fornecimento de nutrientes para o desenvolvimento vegetativo pode explicar a não-significância ($p > 0,05$) das variáveis altura da planta, área da copa e diâmetro do tronco constantes da Tabela 14.

A Figura 15 apresenta o teor foliar de B não sendo significativa ($p > 0,05$) a resposta para a aplicação de “água amarela” ($\hat{y} = \bar{y} = 44,92 \text{ mg kg}^{-1}$), podendo-se considerar que os teores apresentados independem das doses de efluente “água amarela” aplicada e são inferiores à média do tratamento-testemunha com adubo ($72,22 \text{ mg kg}^{-1}$), sendo que a mesma tendência se apresenta na Figura 16, em relação ao nitrogênio (N), cuja média dos tratamentos ($\hat{y} = \bar{y} = 12,67 \text{ g kg}^{-1}$), valor abaixo do tratamento-testemunha ($15,80 \text{ g kg}^{-1}$), e abaixo do limite mínimo para produção ótima indicados por Quaggio et al.(1996). Os micronutrientes B, Zn, e Mn são os mais limitantes à produção dos citros. Baixos teores de nutrientes no material de origem e adsorção específica que ocorre na matriz de solos cultivados, a disponibilidade é regulada pela reação do solo (MATOS JUNIOR et al., 2005); tais reações podem ter interferido na absorção dos nutrientes da área experimental.

Tabela 13 – Contrastes de doses do efluente “água amarela” L pl⁻¹, com o tratamento testemunha adubo, por meio do teste de Dunnett, para as variáveis B e N na folha (mg kg⁻¹ para B e g kg⁻¹ para N). Maringá – 2008.

Tratamentos	Boro	Nitrogênio
0	46,66 (-)	14,40 (NS)
200	45,16 (-)	13,80 (-)
400	41,16 (-)	10,80 (-)
600	50,03 (-)	12,80 (-)
800	45,96 (-)	12,60 (-)
1000	40,51 (-)	11,60 (-)
Adubo (Testemunha)	72,22	15,80
DMS	4,57	1,42

(+) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (+) diferem e são significativamente superiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(-) Tratamentos na coluna seguidos do sinal de (-) diferem e são significativamente inferiores ao tratamento teste em nível de 5% de erro.

(NS) Tratamentos na coluna seguidos das letras (NS) não diferem do tratamento teste em nível de 5% de erro.

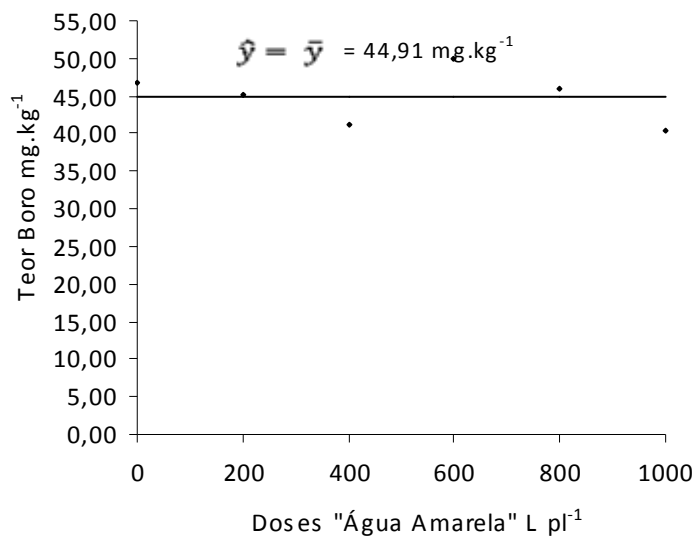


Figura 15 – Variação do teor de Boro na folha em função de doses do efluente “água amarela”. Maringá – 2008.

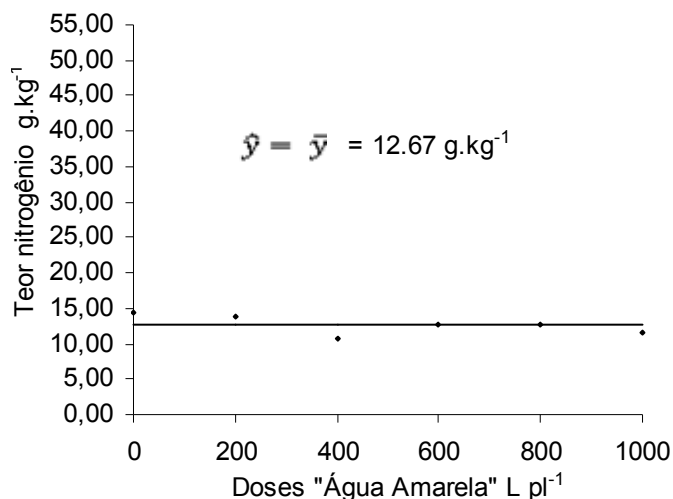


Figura 16 – Variação do teor de Nitrogênio na folha em função de doses do efluente “água amarela”. Maringá – 2008.

4.3. CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS

A análise de variância para altura das plantas, área da superfície média da copa, diâmetro do caule, SST (sólido solúvel total) e ‘Ratio’ é apresentada na Tabela 14. Não houve diferenças em nível de 5% de probabilidade, para nenhuma destas variáveis com aplicação do efluente “água amarela” (Tabela 14).

Tabela 14 – Resumo da análise de variância para altura da planta, área média da copa, diâmetro do caule, SST e Ratio, em função da aplicação de diferentes doses de “água amarela”. Maringá – 2008.

FV	GL	QM				
		Altura de Plantas	Área média da Copa	Diâmetro do Caule	Qualidade de suco	
					SST	RATIO
TRAT	6	0,0983 ^{NS}	0,6583 ^{NS}	0,9539 ^{NS}	0,0543 ^{NS}	0,4272 ^{NS}
RES	28	0,9739	0,8547	0,7304	0,0848	1,0176
Média		2,4828	4,5254	8,0337	1,8687	13,5721
CV (%)		7,5100	20,4300	10,6400	15,5800	7,4300

** Significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.

NS Não significativo, a 5% de probabilidade.

Almeida et al. (2005), estudando a formação de pomares de tangerineira ‘Ponkã’, em função da adubação química e orgânica, obteve resultado contrário, tendo efeitos significativos para as variáveis, altura da planta,

diâmetro do caule, volume e circunferência da copa. A não-resposta apresentada para aplicação de doses de efluente “água amarela”, no presente trabalho, para as variáveis altura da planta, área média da copa, diâmetro do caule, pode ser explicada pelo regime climático durante a condução do experimento. Os dados climáticos durante o período experimental 2005 e 2006 (Tabela 1A) demonstram longos períodos onde a precipitação foi menor que a evapotranspiração. Foram sete meses em 2005, concentrado de fevereiro a agosto, a exceção de abril, e cinco meses em 2006, de abril a agosto. Esta condição climática pode ter interferido nas variáveis estudadas. Cruz et al. (2005), estudando o balanço e evapotranspiração de água no volume de solo explorado pelo sistema radicular de citros, afirma que produtividade depende da disponibilidade de água no solo e nutrientes em época e quantidades apropriadas. A falta ou excesso de água no solo são fatores limitantes ao crescimento vegetal, diminuindo a produção. As camadas superficiais são as que apresentam maior contribuição ao consumo de água (CRUZ et al., 2005).

Estas respostas podem estar ligadas ao período experimental, cujo experimento foi conduzido a campo durante dois anos, neste período, a precipitação foi irregular, ocorrendo longos períodos de precipitação menor que evapotranspiração. Este comportamento climático contraria os estudos de Cruz et al. (2005) que concluiu que o consumo de água varia de 0,4 a 8,8 mm por dia na fase de implantação a adulto. Comparando, visualmente, a área experimental, com a área não-tratada do mesmo talhão e ao lado, pode-se afirmar, que o desenvolvimento das plantas foram iguais, confirmados pelos valores das médias da Tabela 15, em relação ao tratamento com adubo. Na prática, os dados da média (Tabela 15) mostram pequenas diferenças entre os tratamentos.

Tabela 15 – Médias observadas para variáveis altura da planta, área da copa, diâmetro do caule, SST e ‘Ratio’, em função de aplicação de diferentes doses de “água amarela”. Maringá – 2008.

Tratamento	Altura de plantas(m)	Área média da copa (m ²)	Diâmetro do caule (cm)	Qualidade do suco	
				Ratio	SST
0	2,33	3,94	7,43	13,69	1,83
200	2,60	4,62	8,30	13,05	1,87
400	2,34	4,71	7,64	13,39	1,91
600	2,57	4,79	8,65	13,89	1,89
800	2,55	4,90	8,40	13,73	1,91
1000	2,47	4,10	7,86	13,80	1,67
Adubo	2,52	4,63	7,95	13,45	2,01

5. CONSIDERAÇÕES

O período experimental foi pequeno e apresentou déficit hídrico. As interações químicas, físicas e biológicas da solução do solo dependem da umidade. A baixa umidade do solo interfere na absorção de nutrientes. As variáveis, altura da planta, área média da copa e diâmetro do caule são diretamente influenciadas pela absorção, não apresentando respostas com a aplicação de doses crescentes de efluente “água amarela”.

A aplicação de efluente “água amarela” proporcionou aumento linear do pH do solo em função das doses crescentes do efluente. Para solos com pH baixo aumenta a disponibilidade dos macronutrientes e afasta do mínimo os micronutrientes.

As plantas não apresentaram sintomas de toxidez, em função da aplicação de doses crescentes de efluente “água amarela”. Não foram avaliados aspectos ligados à microbiologia do solo.

6. CONCLUSÕES

A aplicação de doses de efluente “água amarela” proporcionou aumento do pH do solo, em cloreto de cálcio e água. Na profundidade de 0-20 cm. o aumento do pH foi linear em função das doses crescentes de efluente “água amarela”.

A utilização do efluente “água amarela” como adubo proporcionou aumento do potássio do solo (K), nas profundidades estudadas, demonstrando ser viável sua utilização como adubo orgânico para pomares em formação.

REFERÊNCIAS

- ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, C. O. Cátions tocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação de bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 58, n. 4, out./dez. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000400025>. Acesso em: 26 jun. 2007.
- ABREU JUNIOR, C. H.; OLIVEIRA, F. C.; SILVA, F. C.da; BERTON, R. S. Uso de resíduos orgânicos no pomar. In: _____. **Citros**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo: Fundag, 2005. 929 p.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Argos Comunicação, 2002. 289 p.
- ALMEIDA, T. R. P. de.; LEONEL, S.; TECHIO, M. A.; MISCHAN, M. M. Formação do pomar de tangerina 'poncã', em função da adubação química e orgânica. Seção – solos e nutrição de plantas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 288-291, ago. 2005.
- ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão de biossólidos situação e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIODISSÍLIDOS DO MEERCOSUL, 1., 1998. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 1998.
- ALCARAZ, C. F.; MARTINEZ-SANCHEZ, S. F.; HELLIN, E. Influence of ferredoxin levels on nitrate reductase activity in iron deficient lemon leaves. **J. Plant Nutrition**, London, v. 9, p. 1405-1413, 1986.
- ALOISI, R. R.; DEMATÊ, J. A. M. ; FIORIO, P. R. Aplicação de resíduos da indústria cítrica em três solo de São Paulo e o crescimento de milho em casa de vegetação. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, p. 533-548, 2001.
- ALVES, E. J. Entramos na citricultura com total segurança. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 34-40.
- BAGGIO, R. M. Laranja, uma cultura para profissionais. In: TORMEM, V. **O Sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 114-116. 196 p.
- BARANA, A. C.; CEREDA, M. P. Cassava wastewater (manipueira) treatment using a two-phase anaerobic biodigestar. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, SP, v. 20, n. 2, maio/ago. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000200010>. Acesso em: 26 jun. 2007.

BASIOUNY, F. M.; BIGGS, R. H. Rates of photosynthesis and the Hill reaction in citrus seedlings affected by Fe, Mn nutrition. **J. Am. Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 101, p. 193-196, 1976.

BATAGLIA, O. C.; CAMARGO, O. A.; BERTON, R. S.. Emprego da vinhaça na cultura de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 7, p. 277-289, 1986.

BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D. de. Nutrição dos citros. In: _____. **Citros**. Campinas, SP: Instituto Agronômico e Fudag, 2005. p. 199-219.

BOND, W. J. Effluent irrigation an environmental challenge for soil science. **Aust. J. Soil Res.**, Collingwood, v. 36, n. 4, p. 543-556, 1998.

BOTEON, M. Indústrias brasileiras apresentam um faturamento recorde em 2007. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, ano 11, n. 65, p. 4-5, fev, 2008.

BOVI, M. L. A.; GODOI JÚNIOR, G.; COSTA, E. A. D. da; BERTON, R. S.; SPIERING, S. H.; VEJA, F. V. A.; CEMBRANELLI, M. de A. R.; MALDONADO, C. A. B. Lodo de esgoto e produção de palmito em pupunheira. Seção IX: poluição do solo e qualidade ambiental. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 31, n. 1, jan./fev. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832007000100016&lng=e&nrm=iso&tlng=e>. Acesso em: 26 jun. 2007.

BRADDOCK, R. J. **Handbook of citrus by-products and processing technology**. New York: John Wiley & Sons, 1999. 247p.

BRASIL. Lei nº 6938. **Política nacional do meio ambiente**. Brasília, DF, ago. 1981.

BRASIL. Lei nº 9433. **Institui a política nacional de recursos hídricos**. Brasília, DF, jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9985. **Institui o sistema nacional de unidades de conservação da natureza**. Brasília, DF, jul. 2000a.

BRASIL. Lei nº 10165. **Taxa de controle e fiscalização ambiental**. Brasília, DF, dez. 2000b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, art. 34**. Brasília, DF, mar. 2005.

BROWN, L. **Qualidade de vida**: 1991. Salve o planeta. São Paulo: Ed. Globo, 1991. 323 p.

CASSIN, P. J. et al. Une déficience en molybdène des agrumes en corse aggravée per des applications de sulfate. **Fruits**, Paris, v. 37, p. 77-85, 1982.

CANTARELLA, H. et al. Response of citrus to NPK fertilization in a network of field trials in São Paulo State, Brazil. **Proc. Int. Soc. Citriculture**, Orlando, v. 2, p. 607-612, 1992.

CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1992. p. 107-119.

CAVALCATE, E. G. S.; ALVES, M. C.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, M. de. Variabilidade espacial de MO, P, K, e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Cien. Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 394-400, mar./abr. 2007.

CAVALCANTI, J. E. O que está sendo feito com os resíduos industriais. **Saneam. Ambient.**, São Paulo, n. 54, p. 16-24, 1998.

CERETTA, C. A.; FRIES, M. R. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: NUENBERG, N. J. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.111-120.

CEREZO, M.; GARCIA-AUGUSTIN, P.; PRIMO-MILLO, E. Influence of chloride and transpiration on net NO₃ uptake rate Citrus roots. **Annals of Botany**, London, v. 85, p. 117-120, 1999.

CINTRA, F. L. D. et al. Caracterização física do solo submetido a práticas de manejo em pomar de Laranja "Baianinha". **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Rio de Janeiro, v.18, n. 2, p.173-179, 1983.

CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P. L.; CARVALHO, L. A. de; ROCHA, G. C. Balanço de água no volume de solo explorado pelo sistema radicular de uma planta de citros. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 29, n. 1, p. 1-10, jan./fev. 2005

CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P. L.; ROCHA, G. C.; CARVALHO, L. A. de. Evapotranspiração real de uma cultura de laranja em produção num latossolo vermelho-amarelo. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 29, n. 1, p. 659-668, jan./fev. 2005.

CUNHA SOBRINHO, A. P. Adubação mineral versus adubação orgânica em mudas de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., 1975, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: [s.n.], 1975. p. 59-60

DAMATO JÚNIOR, E. R.; VILAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 546-549, dez. 2006.

DAL PRA, D. A. Proprietários de grandes áreas deveriam investir nessa cultura. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 53-55.

DEL BIANCHI, V. L. **Balanços da massa e energia do processamento de farinha de mandioca em uma em resa de médio porte do Estado de São Paulo**. 1998. 107 f. Tese (Doutorado)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista , Botucatu, 1998.

DEUS, S. L. de. Um gigante na agroindústria. **Revista Crea-Pr.**, Curitiba, ano 6, n. 23, p. 24-27, 2003.

DI GIORGI, F. A sobrevivência do citricultor na década de 90. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 12, n. 1, p. 65-115, 1991.

DIAS, O. F. Sem a Cocamar o projeto não teria acontecido. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2007. p. 25-25.

FIDALSKI, J.; STENZEL, N. M. C. Nutrição e produção da laranjeira “Folha Murcha” em porta-enxertos e plantas de cobertura permanente na entrelinha. **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 807-813, jun. 2006.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A. Dinâmica da calagem superficial em um latossolo vermelho distrófico. Seção IV: fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 29, n. 2, p. 235-247, maio/abr. 2005.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; SCAPIM, C. A. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um latossolo vermelho cultivado com citros. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 31, n.1, jan./fev. 2007.

FIORETTO, R. A.. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P. **Industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo, SP: Paulicéia, 1994. p. 51 – 80.

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Recomendações para as regiões do Alto Ribeira e litoral do Estado do Paraná**. Londrina, 1981. Circular, n. 41. 55 p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Regionalização da citricultura para o estado do Paraná**. Londrina, 1987. 28 p. (Circular, n. 55).

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cancro cítrico: prevenção e controle no Paraná**. Londrina, 1990. (Circular, n. 61). 51 p.

GODEFROY, J.; BOURDEAUT, T. Action des plantes de couverture sur les caractéristiques chimiques, biologiques et structurales d'un sol de verger de Côte d'Ivoire. **Fruits**, Paris, v. 27, n. 5, p. 349-353, 1972.

HAEBERLIN, L. Talvez a melhor opção para o Noroeste. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2007. p. 130-132.

HASS, A. R. C.; KLOTZ, L. J. Some anatomical and physiological changes in citrus produced by boron deficiency. **Hilgardia**: a journal of agricultural science, Berkeley, v. 5, p. 175-196, 1931.

HASS, A. R. C. Boron in citrus trees. **Plant Physiol.**, Minneapolis , v. 20, p. 323-343, 1945.

HASSE, G. **A laranja no Brasil 1500-1987**: a história da agroindústria cítrica brasileira, dos quintais coloniais às fábricas exportadoras de suco do século XX. São Paulo: Lobe; Duprat & Lobe Propaganda, 1987. p. 9-20-41-164-165

IBGE. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/Censo>>. Brasília, DF, 1998. Acesso em: 12 jan. 2008.

IWAHORI, W. W.; OOHATA, P. H. Alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by 2-chloroethylpjosponic acid in citrus. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 12, p. 265-271, 1980.

IWAHORI, W. W.; KAI, R.; NISHI, M. Subcellular localization of calcium ion within cells of the abscission layer of citrus leaf explants during abscission. **J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.**, [s.l.], v. 63, p. 45-50, 1994.

KATO, T. Nitrogen metabolism and utilization in citrus. **Hortic. Rev.**, New York, v. 8, p.181-216, 1986.

KEUTGEN, N.; CHEN, K. Responses of citrus çeaf 'kptpsynthesis, chlorophyll fluorescence, macronutrient and carbohydrate contents to elevated CO₂. **J. Plant Physiol.**, Stuttgart, v.158, p. 1307-1316, 2001.

KOO, R. C. J.; REESE, R.L. A comparasion of potash sources and rates for citrus. **Proc. Fla. Sta. Hortic. Soc.**, Winter Haven, v. 85, p. 1-5, 1971.

KOO, R. C. J. Irrigation of citrus with processing waste water. **Proc. Fla. Sta. Hortic. Soc.**, Winter Haven, v. 86, p. 233-237, 1973.

KIMBALL, Dan A. **Citrus processing**: a complete guide. 2nd ed. Maryland: Gaithersburg, 1999. 450 p.

LAVON, R. et al. Effect of potassium, magnesium, and calcium defeciencias on carboydrate pools and metablism in Citus leaves. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, Alexandria, v. 120, p. 54-58, 1995.

LAVON, R.; GOLDSCHMIDT, E. Enzimatic methods for derection of mineral element defeciencias en citrus leaves: a mini-review. **J. Plant. Nutr.**, Monticello, v. 22, p. 139-150, 1999.

LEA-COX, J. D.; SYVERTSEN, J. P. How nitrogen supply affects growth and nitrogen uptake, use efficiency, and loss from citrus seedlings. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.**, Alexandria, v. 121, p. 105-114, 1996.

- LEITE, R. P. Temos hoje uma citricultura altamente desenvolvida, In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 27-32.
- LYRA, M. R. C. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. A. A. Topossequência de solos fertigados com vinhaça: contribuição para qualidade das águas do lençol freático. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 525-532, 2003.
- MAGGIONI, A. C. Homenagens. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2007. p. 192-194.
- MARCHEZONI, L. C. Eu me sinto seguro na citricultura. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 123-124.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O. F. de; PICCIN, D. R.; CASALE, H. A adubação dos citros no Brasil: o estado da arte. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO, 4., 1996. Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargil, 1996. 236 p.
- MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MATTOS JUNIOR, D. de; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; CARVALHO, S. A. de. Superfície de resposta do tangor "Murcott" à fertilização com N, P e K. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 164-167, abr. 2004.
- MATTOS JUNIOR, D. de; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. Nutrição dos citros. In: POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; Fudag, 2005. p. 199-219.
- MEDA, A. R.; PAVAN, M. A.; CASSIOLATO, M. E.; MIYAZAWA, M. Dolomite lime's reaction applied on the surface of a sandy soil of the northwest Paraná, **Brazil. Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, v. 45, p. 219-222, 2002.
- NEVES, C. S. V. J.; FELLOER, C.; KOUAKOUA, E. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1410-1415, set./out. 2006.
- NEVES, M. F. **Sistema agroindustrial citrícola**: um exemplo de quase-integração no agrobusiness brasileiro. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Administração de Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

NEVES, M. F.; LOPES, F. F.; ROSSI, R. M.; MELO, A. de O. Metodologias de análise de cadeias agroindustriais: aplicação para citros. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 468-473, dez. 2004.

OLIVEIRA, E. F. de; COSTA, J. M. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. 2. ed. rev. Campo Mourão, 2001. 93 p.

PASQUALI, J. L. Nunca perdi dinheiro com laranja. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 117-118.

PEREIRA, J. A. R. **Geração de resíduos industriais e controle ambiental**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2002.

PETRERE, C.; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, Viçosa, v. 25, p. 885-895, 2001.

PIO, R.; BARBOSA, W.; CHAGAS, E. A. Novas alternativas para fruticultura paranaense. In: ENCONTRO PARANAENSE DE FRUTICULTURA, 1., 2007. Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Unicentro, 2007. v.1, p. 61-72.

PLOEG, R. R.; VAN DER BÖHM, W.; KIRHAM, M. B. On the origin of the theory of mineral nutrition of plants and the law of the minimum. **Soil Sci. Am. J.**, Madison, v. 63, p. 1055-1062, 1999.

PRADO, HÉLIO do. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, levantamento, manejo**. 3. ed. rev. e ampl. Piracicaba, 2003. 275 p.

PRATINHA, J. G. Sem a Cocamar não teria saído do papel. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 103-106.

QUAGGIO, J. A. **Reposta da laranjeira Valência à calagem e ao equilíbrio da bases num latossolo de textura argilosa**. 1991. 107. f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Esalq, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van; TOLEDO PIZA JUNIOR, C. M.. Frutíferas. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas; Fundação IAC, 1997. p. 121-153.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D. de; CANTARELLA, H. Nutrição dos citros. In: POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo; Fudag, 2005. p. 486-507.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; Quaggio, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Instituto Agrônomo: IAC, 1996. 285 p.

REESE, R. L.; KOO, R. C. J. Responses of 'Hamlin', ' Pineapple' orange trees to nitrogen and potash applications. **Proc. Fla. Sta. Hortic. Soc.**, Winter Haven, v. 87, p. 1-5, 1974.

REESE, R. L.; KOO, R. C. J. Effects of N and K fertilization on internal and external fruit quality of three major Florida orange cultivars. **Sta. Hortic. Soc.**, Calcutta, v. 100, p. 425-428, 1975.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E. C.; GATIBONI, L. C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 24, p. 797-805, 2000a.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; XAVIER, F. M. Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 263-268, 2000b.

RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, O.; POMPEU, JR.; AMARO, A. S. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1991. v. 1-2.

SANTOS, U. J. dos. O começo foi realmente muito difícil. In: TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial no norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2007. p. 86-89.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. **User's Guide**. Version 8.2. Cary, NC, 2001. 943 p.

SHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um latossolo vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. Seção VI: manejo e conservação do solo e da água. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 31, n. 1, p.123-131, jan./fev. 2007.

SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA NETO, M. M.; MÉLO, R. F. Níveis de nitrogênio e seus efeitos na evapotranspiração do milho cultivado em um solo da zona da mata de Pernambuco. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Varadero, 2001. **Anais...** Varadero: [s.n.], 2001. 1 CD-ROM

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II - disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. Seção IV: fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 31, n. 1, p. 51-61, jan./fev. 2007.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. da. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*, I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. Seção IV: fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, SP, v. 31, n. 1, p. 39-49, jan./fev. 2007.

SIVIERO, A. R.; ANGELIS, D. F. Avaliação da toxidade do resíduo da indústria cítrica quando aplicado no solo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 16, p. 73-90, 1995.

SIVIERO, A. R.; ANGELIS, D. F. Características físicas, químicas e bacteriológicas de um solo tratado com água residuária de indústria cítrica. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 19, p.133-145, 1995.

SMITH, P. F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N. F. (Ed.). **Fruit nutrition, temperate to tropical**. Somerville: Somerset Press, 1966. p.174-177

SMITH, P. Nitrogen stress and premature leaf abscission in Citrus. **Hortic. Sci.**, Calcutta, v. 4, p. 326-327, 1969.

SORIA, G. T.; COELHO, R. D.; HERLING, V. R.; PINHEIRO, V. Respostas do capim-Tanzânia à aplicação de nitrogênio e lâminas de irrigação. I: Produção de forragem. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 430-436, 2003.

SOUZA, T. R. de.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, G. O. Dinâmica de íons e acidificação do solo nos sistemas de fertirrigação e adubação sólida na citricultura. Seção: solos e nutrição de plantas. **Rev. Bras. Frutic.**, Joticabal, v. 28, n. 3, p. 501-505, dez. 2006.

STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J.; GONZALES, M. G. N.; SCHOLZ, M. B. S.; GOMES, J. C. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos frutos da laranja 'Folha Murcha' sobre seis porta-enxertos no Norte do Paraná. **Cienc. Rural.**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1281-1286, nov./dez. 2005.

STEWART, I.; LEONARD, C. D. Correction of molybdenum deficiency in Florida citrus. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.**, Alexandria, v. 71, p. 111-115, 1953.

SYVERTSEN, J. P.; GRAHAM, J. H. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of citrus rootstocks. **Proc. Fla. Sta. Hortic. Soc.**, Winter Haven, v. 110, p. 865-869, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TETRA PAK. **The orange book**: Tetra Pak Processing Systems AB. SE – 221 86. Lund: Ruter Press, 1998.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; PEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. New York: [s.l.], 1984. 754 p.

TORMEM, V. **Sistema de cultivo, adubação e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de tangerineira 'sunki' (*Citrus sunki Hort es Tan*)**. 2004. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

TORMEM, V. **O sucesso da citricultura comercial do norte e noroeste do Paraná**. Londrina: Midiograf, 2007. p. 5-9.

YAMANAKA, H.T. **Sucos cítricos**. São Paulo: Cetesb, 2005. 45 f. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2007.

APÉNDICE

Tabela 1A – Resumo de Precipitação e Evaporação, nos anos de 2004 a 2006.
Estação Experimental do IAPAR (CÓDIGO: 02352017 Lat. 23° 05' S e 52° 26' W/ ALT: 480 m. Paranavaí – 2008.

Resumos anuais - Precipitação

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2004	152,4	58,0	154,5	121,2	304,1	137,2	108,6	0,3	38,3	223,7	259,1	38,6	1596,0
2005	359,2	16,8	51,9	155,2	56,1	29,9	54,7	15,6	260,5	228,1	107,7	63,3	1399,0
2006	147,9	208,1	215,5	45,5	17,8	33,1	57,9	44,0	167,4	102,6	106,4	269,8	1416,0
MED	219,8	94,3	140,6	107,3	126,0	66,7	73,7	20,0	155,4	184,8	157,7	123,9	1470,3

Resumos anuais - Evaporação

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2004	107,8	115,9	125,1	83,9	41,0	58,2	73,1	147,8	165,8	123,4	102,2	130,3	1274,5
2005	62,2	125,0	141,7	107,1	119,7	101,9	106,7	175,0	98,9	73,9	123,7	124,9	1360,7
2006	115,1	76,7	94,6	91,8	94,6	123,8	133,6	174,8	123,2	120,7	135,9	109,2	1394,0
MED	126,2	103,0	125,5	97,5	95,3	87,7	96,8	129,4	135,8	125,7	129,9	122,1	1374,9

Fonte: Iapar

Tabela 2A – Recomendações de adubação para citros em formação, por idade e em função da análise do solo⁽¹⁾.

Idade	N	P _{resina} , mg dm ⁻³				K trocável, mmol _c dm ⁻³				
		<6	6 - 12	13 - 30	>30	< 0,8	0,8 - 1,5	1,6 - 3,0	> 3,0	
anos	g pl ⁻¹	P ₂ O ₅ , g pl ⁻¹				K ₂ O, g pl ⁻¹				
0 - 1	80	0	0	0	0	20	0	0	0	
1 - 2	160	160	100	50	0	80	60	0	0	
2 - 3	200	200	140	70	0	150	100	50	0	
3 - 4	300	300	210	100	0	200	140	70	0	
4 - 5	400	400	280	140	0	300	210	100	0	

(¹) Para a variedade de laranja Valência, reduzir 20% as doses de potássio.
Fonte: Laranja, Ed. especial 1994; Quaggio (1997).

Tabela 3A – Recomendações da adubação para laranjas ⁽¹⁾ e lima ácida Taiti em produção, em função da análise do solo e das folhas. As doses foram calculadas para máximo lucro por área para três condições de preço de fruto, em dólares por caixa de 40,8 kg⁻¹⁽¹⁾.

Classes de produção	N nas folhas g kg ⁻¹⁽²⁾			P resina mg dm ⁻³				K trocável, mmol dm ⁻³⁽³⁾			
	<23	23–27	28- 30	<6	6–12	13- 30	>30	<0,8	0,8–1,5	1,6–3,0	>3,0
t ha ⁻¹	_____ Kg há ⁻¹							_____			
Doses de N – P ₂ O ₅ – K ₂ O para máximo lucro (3,00 US\$ cx ⁻¹)											
<16	90	70	60	50	40	20	0	60	40	30	0
17 a 20	100	80	70	70	50	30	0	70	50	40	0
21 a 30	140	120	90	90	70	40	0	90	70	50	0
31 a 40	190	160	130	130	100	50	0	120	100	70	0
41 a 50	240	200	160	160	120	60	0	160	120	90	0
> 50	260	220	180	180	140	70	0	180	140	100	0
Doses de N – P ₂ O ₅ – K ₂ O para máximo lucro (2,00 US\$ cx ⁻¹)											
<16	80	70	50	50	40	20	0	50	40	20	0
17 a 20	90	80	60	60	50	20	0	60	50	30	0
21 a 30	130	110	90	80	70	30	0	80	60	40	0
31 a 40	180	150	120	120	90	40	0	110	80	50	0
41 a 50	230	190	150	140	110	50	0	140	100	60	0
> 50	250	210	170	160	120	60	0	160	120	70	0
Doses de N – P ₂ O ₅ – K ₂ O para máximo lucro (1,00 US\$ cx ⁻¹)											
<16	70	60	50	40	30	10	0	30	20	10	0
17 a 20	80	70	60	50	40	10	0	30	30	20	0
21 a 30	110	90	70	70	60	20	0	50	40	30	0
31 a 40	150	130	100	100	80	30	0	60	50	40	0
41 a 50	190	160	130	120	90	40	0	80	60	50	0
> 50	210	180	140	130	100	50	0	90	70	60	0

⁽¹⁾ Quando a variedade for Valência, reduzir 20% as doses de potássio.

⁽²⁾ Quando o teor de N nas folhas for superior a 30 g Kg⁻¹ reduzir sua dose em 1/3 da recomendada quando o N nas folhas estiver entre 28 a 30 g Kg⁻¹.

⁽³⁾ Quando o teor de K nas folhas for superior a 19 g Kg⁻¹ reduzir a adubação potássica, suprimindo o K do último parcelamento.

Fonte: Laranja, Ed. Especial, 1994; QUAGGIO, 1997.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)