

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM
GOIABEIRAS 'PALUMA' MANEJADAS NO SISTEMA
INTENSIVO DE PRODUÇÃO**

Daniel Angelucci de Amorim

Engenheiro Agrônomo

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM
GOIABEIRAS 'PALUMA' MANEJADAS NO SISTEMA
INTENSIVO DE PRODUÇÃO**

Daniel Angelucci de Amorim

Orientador: Prof. Dr. William Natale

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

2012

Amorim, Daniel Angelucci
A524a Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras 'Paluma'
manejadas no sistema intensivo de produção. / Daniel Angelucci de
Amorim. -- Jaboticabal, 2012
ix, 117 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: William Natale
Banca examinadora: Danilo Eduardo Rozane, Silvia Helena
Modenese Gorla da Silva, Carlos Ruggiero, Jesus Enrique Aular
Urrieta
Bibliografia

1. *Psidium guajava* L.. 2. Nitrogênio. 3. Potássio. 4.
Macronutrientes. 5. Micronutrientes I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.81:634.42

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM GOIABEIRAS 'PALUMA' MANEJADAS NO SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

AUTOR: DANIEL ANGELUCCI DE AMORIM

ORIENTADOR: Prof. Dr. WILLIAM NATALE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. WILLIAM NATALE

Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. DANILO EDUARDO ROZANE

Coordenadoria de Curso / Unidade de Registro


Profa. Dra. SILVIA HELENA MODENESE GORLA DA SILVA

Coordenadoria Executiva / Unidade de Registro


Prof. Dr. CARLOS RUGGIERO

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. JESUS ENRIQUE AULAR URRUTA

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado / Venezuela

Data da realização: 28 de setembro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANIEL ANGELUCCI DE AMORIM – Nascido aos 26 de janeiro de 1969 na cidade de Ibitinga – SP. Graduiu-se em agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de 1988-1992. Em 1997 obteve o título de mestre em Agronomia – Fitotecnia, nesta mesma universidade. Ainda neste ano, ingressou na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG) onde atuou como extensionista rural até 2001. Desde dezembro de 2001 trabalha na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), onde atua como pesquisador. Em março de 2009 iniciou o curso de Doutorado na área de Agronomia (Produção Vegetal) na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp, Câmpus Jaboticabal , onde desenvolveu o presente estudo.

Aos meus pais Diogo e Maria Helena e aos meus irmãos Danilo e Daniela
DEDICO

A minha esposa Ana Carolina Favero e ao nosso bebê, por todo amor
MEU CARINHO

As nossas famílias, razão de nossa existência
OFEREÇO

Aos amigos
VALEU

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista e aos Departamentos de Produção Vegetal e de Solos e Adubos pela acolhida.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig pela oportunidade em realizar o doutorado.

A FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. William Natale pela orientação, ensinamentos, dedicação, princípios e profissionalismo e a Sra. Marisa Natale pela presença e apoio em todas as etapas de nosso trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Aos amigos Danilo Eduardo Rozane e Henrique Antunes de Souza, executores incansáveis de nosso trabalho, meu eterno obrigado.

A Empresa VAL Alimentos pelo crédito ao trabalho e pelo imprescindível apoio na condução do experimento, nosso muito obrigado. Em especial aos funcionários Valdemir, Gilmar, Débora e Sérgio.

Ao professor José Carlos Barbosa pelos ensinamentos estatísticos.

Ao professor Léon Etienne Parent pelos novos conhecimentos, dedicação e incentivo ao nosso trabalho.

Aos Professores Centurion, Baldo, Ben-Hur e Renata pela grande ajuda no exame de qualificação e aos professores Ruggiero, Jesus, Silvia e Danilo pelas valiosas contribuições na defesa de tese.

Aos professores William, Barbosa, Joaquim, Durigan, Coutinho, Ruggiero, Baldo, Parent, Rajj, Manoel Evaristo, Centurion, Boaretto, Lavres e Cássio pelos ensinamentos repassados nas disciplinas.

Aos Professores Nelson Peruzzi, Lilian Amorim e Angelo Jacomino pelas parceiras.

À Viviane pela grande ajuda ao nosso trabalho.

Ao Rafael pelo profissionalismo e dedicação com a nossa pesquisa.

À Amanda e Liliane pela ajuda e apoio.

Aos pós-graduandos da USP Juliane, Ana Raquel e Thales, pelas parcerias.

À Claudia, Célia e Dejair, muito obrigado pela dedicação ao nosso trabalho.

À Tieko pelas imprescindíveis correções de literatura.

Aos amigos Geraldo e Fadini pela motivação e ajuda.

A todos os amigos da EPAMIG e da pós-graduação, obrigado pelo apoio.

Aos funcionários do Departamento de Solos e Adubos, Ademir, Maria Inês, Luis, Anderson, Gomes e Cristiano, pela ajuda na execução do trabalho.

Aos funcionários da Fazenda da Unesp e ao Eric, pela força de trabalho.

Aos funcionários da biblioteca, das secretarias de pós-graduação e de transporte pela ajuda.

À turma do futebol, em especial ao Felipe e Juan, valeu a força.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Revisão de literatura.....	3
1.2.1. Aspectos gerais da goiabeira.....	3
1.2.2. Adubação nitrogenada e potássica.....	5
1.3. Referências.....	9
CAPÍTULO 2 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM GOIABEIRAS 'PALUMA' SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	14
2.1. Introdução.....	15
2.2. Material e métodos.....	16
2.3. Resultados e discussão.....	19
2.3.1. Efeito dos tratamentos no solo da faixa adubada.....	19
2.3.2. Efeito dos tratamentos no solo da entrelinha.....	30
2.4. Conclusões.....	31
2.5. Referências.....	32
CAPÍTULO 3 - ESTADO NUTRICIONAL DE GOIABEIRAS 'PALUMA' SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	35
3.1. Introdução.....	36
3.2. Material e métodos.....	38
3.3. Resultados e discussão.....	41
3.3.1. Adubação nitrogenada.....	41
3.3.2. Adubação potássica.....	48
3.4. Conclusões.....	51
3.5. Referências.....	51
CAPÍTULO 4 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABEIRAS 'PALUMA' PARA INDUSTRIALIZAÇÃO.....	54
...Resumo.....	54
...Abstract.....	54
4.1. Introdução.....	55
4.2. Material e métodos.....	56
4.3. Resultados e discussão.....	59
4.3.1. Produtividade do pomar.....	59
4.3.2. Número de frutos e peso médio dos frutos.....	64
4.3.3. Relação polpa/miolo.....	65
4.3.4. Teores de sólidos solúveis, de acidez e pH dos frutos.....	67
4.4. Conclusões.....	68

4.5. Referências.....	69
CAPÍTULO 5 - TEORES DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE GOIABEIRAS 'PALUMA' SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA	73
Resumo.....	73
Abstract.....	73
5.1. Introdução.....	74
5.2. Material e métodos.....	75
5.3. Resultados e discussão.....	78
5.3.1. Efeito da adubação nitrogenada e potássica.....	78
5.3.2. Extração de nutrientes pela colheita dos frutos.....	88
5.4. Conclusões.....	90
5.5. Referências.....	90
CAPÍTULO 6 - IMPLICAÇÕES	93
APÊNDICES	96

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM GOIABEIRAS 'PALUMA' MANEJADAS NO SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

RESUMO - A adubação mineral consiste em um aporte de nutrientes para o solo, que são absorvidos pelas raízes e distribuídos para os diferentes órgãos da planta, podendo influenciar na produtividade e na qualidade dos frutos. Por outro lado, a aplicação dos adubos altera os parâmetros químicos do solo. O trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica em pomar de goiabeiras 'Paluma' sobre os atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo, o estado nutricional das plantas, a produtividade e a qualidade das goiabas, os teores de nutrientes nos frutos. O experimento foi conduzido em Vista Alegre do Alto, SP, em pomar com sete anos de idade, irrigado, manejado com podas, durante três ciclos de produção. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg planta⁻¹ de N) e quatro de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O). Utilizou-se uréia e cloreto de potássio, parcelados em quatro aplicações iguais em cada ciclo. A adubação nitrogenada influenciou nos atributos químicos do solo (pH, K, Ca, Mg, SB, V, H+Al, B, Fe e Mn), nos teores de nutrientes das folhas (N, P, Ca, Mg, B, Mn e Zn), nos teores de nutrientes dos frutos (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn), bem como na produtividade e qualidade das goiabas (pH, relação polpa/miolo). A adubação potássica teve efeito nas concentrações de K e Mg do solo, nos teores foliares de K, Mn e Mg, nos teores de K e Mn dos frutos e, por outro lado, não afetou a produtividade e os parâmetros qualitativos dos frutos (peso, conteúdo de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e relação polpa miolo). Verificou-se interações N x K significativas para as concentrações de K e Mg do solo e para os teores de N e P dos frutos.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*, nitrogênio, potássio, macronutrientes, micronutrientes.

NITROGEN AND POTASSIUM FERTILIZER IN GUAVA 'PALUMA' MANAGED IN THE INTENSIVE PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT - The mineral fertilizer consists of a supply of nutrients to the soil, which are absorbed by the roots and distributed to the different plant organs, impairing the productivity and fruit quality. Moreover, the application of chemical fertilizers changes the parameters of the soil. This study aimed to evaluate the effect of nitrogen and potassium fertilization in an guava orchard cv. 'Paluma' on: chemical attributes of an Ultisol; nutritional status of plants, productivity and quality of guavas; nutrient levels in fruits. The experiment was conducted at Vista Alegre, SP, Brazil, in an 7 years old irrigated orchard, managed through pruning during three production cycles. The experimental design was a randomized blocks, in factorial, with four nitrogen doses (0, 0.5, 1.0 and 2.0 kg plant⁻¹ N) and four of potassium (0, 0.55, 1.1 and 2.2 kg plant⁻¹ K₂O), with three replications. It was used urea and potassium chloride, split in four equal applications on each cycle. Nitrogen fertilization influenced on chemical properties of the soil (pH, K, Ca, Mg, SB, V, H+Al, B, Fe and Mn), nutrient content of leaves (N, P, Ca, Mg, B, Mn and Zn), nutrient content of fruits (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn) and on the yield and quality of guava (pH, pulp/core). Potassium fertilization had effect on the concentrations of K and Mg in the soil, in the foliar contents of K, Mg and Mn, in K and Mn content of fruit and, on the other hand, did not affect productivity and fruit quality parameters (weight, soluble solids, pH, titratable acidity and pulp/core). There was N x K significant interaction for concentrations of K and Mg in the soil and to the concentrations of N and P in fruits.

Keywords: *Psidium guajava*, nitrogen, potassium, macronutrients, micronutrients

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. INTRODUÇÃO

Os pomares de goiaba têm grande importância sócio-econômica no cenário atual da fruticultura nacional, sendo que no levantamento do censo agropecuário de 2006 a área colhida foi de 15.048 ha (IBGE, 2012). No estado de São Paulo, o levantamento realizado em 2008 mostrou que existiam 6.398 ha cultivados com goiabeiras. Desse total, 3.068 ha pertencem à região de Jaboticabal, principalmente nos municípios de Vista Alegre do Alto (757 ha), Monte Alto (726 ha) e Taquaritinga (688 ha) (LUPA, 2012), onde concentram-se as indústrias processadoras da fruta. A área média desses pomares é de 5 ha (LUPA, 2012), o que demonstra a participação do Agricultor Familiar na cadeia produtiva da goiaba. Na região há predominância do plantio da cultivar Paluma e seus frutos são preferencialmente utilizados, não só para o processamento industrial, mas, também, são comercializados no mercado de frutas *in natura* (ROZANE, 2011; NATALE; ROZANE; PRADO, 2012). Essa cultivar foi desenvolvida pelo programa de melhoramento genético de fruteiras da FCAV/Unesp-Câmpus Jaboticabal (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009), sendo uma de suas características mais importantes à alta produtividade, que pode alcançar $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, quando manejada adequadamente (NATALE; PRADO, 2006).

Com o emprego da poda de frutificação, foi possível alterar a época de colheita da goiaba e, atualmente, em regiões em que o inverno não é rigoroso, é possível realizar a colheita, com boa produtividade, em qualquer época do ano, empregando técnicas agrônômicas como a poda, a irrigação e a adubação (ROZANE et al., 2009). Estas três práticas agrícolas, juntamente com o cultivo de plantas geneticamente melhoradas, são os diferenciais na evolução do manejo da goiabeira nas últimas três décadas.

Essa evolução partiu das goiabeiras rústicas, praticamente não podadas, pouco produtivas e em manejo de sequeiro, para cultivares melhoradas, mais produtivas, sob irrigação e manejo intensivo de podas. Entretanto, com essa

evolução, surgiram novas exigências nutricionais das plantas, que ainda carecem de pesquisas e experimentações para uma melhor compreensão (SOUZA et al., 2009; NATALE; ROZANE; PRADO, 2012).

A goiabeira é altamente responsiva à adubação nitrogenada, sendo o nitrogênio e o potássio os nutrientes mais requeridos pela planta, bem como os mais exportados pelos frutos (NATALE et al. 1996a). Consultando alguns trabalhos brasileiros (QUEIROZ et al. 1986; MEDINA, 1988; NATALE et al. 1996a; SANTOS; QUAGGIO, 1997; ANDRADE, 2004; MOTOIKE; MOURA, 2007), verificam-se diferenças nas recomendações de adubação da goiabeira. Desta forma, observou-se que a dose sugerida de potássio, pode variar de 30 (QUEIROZ et al., 1986) a 2.000 g K₂O planta⁻¹ (PIZA JR.; KAVATI, 1994), e a de nitrogênio pode variar de 20 (QUEIROZ et al., 1986) a 1.400 g N planta⁻¹ (NATALE et al., 1996a). Algumas dessas recomendações não foram embasadas em experimentação e os poucos trabalhos existentes foram realizados em pomares com manejo diferente do atual. Esses pomares eram manejados com podas pouco intensas, não eram irrigados e a colheita era realizada apenas uma vez por ano (NATALE, 1993). Da mesma maneira, as informações da literatura que avaliaram a resposta de goiabeiras à interação da adubação nitrogenada e potássica são incipientes.

Atualmente, os produtores da região do estudo manejam os pomares de goiabeira de forma tecnificada, com irrigação, podas de frutificação, adubações intensivas e manejo fitossanitário adequado, o que tem possibilitado até três safras à cada dois anos, com produtividade esperada de 93 t ha⁻¹ ano⁻¹ para a cultivar Paluma (ROZANE, 2011). Procurando atender esse avanço no manejo dos pomares da cultivar Paluma, no que se refere à calagem e adubação, novas pesquisas vêm sendo conduzidas para essas condições (NATALE; ROZANE; PRADO, 2012). Esses estudos propiciaram o desenvolvimento de um *software* para recomendação de calagem e adubação para goiabeiras cultivar Paluma, irrigadas e manejadas com poda drástica (MODENESE-GORLA DA SILVA et al., 2009), aprimorando, desta forma, o primeiro Boletim Técnico apresentado (NATALE et al., 1996a). Assim, visando contribuir com informações para esse novo cenário de manejo das goiabeiras, é que se insere a presente experimentação.

Alguns fatores motivaram a realização deste trabalho, destacando-se a importância econômica e social da cadeia produtiva da goiaba; a evolução do manejo das goiabeiras nos últimos anos; o reduzido número de experimentações sobre nutrição da goiabeira nas atuais condições; a alta demanda de nitrogênio e potássio pelas plantas, bem como a grande exportação desses nutrientes com a colheita dos frutos; a inserção da atual pesquisa dentro de uma linha de pesquisa em nutrição de goiabeira com mais de duas décadas de estudos. Destaca-se, ainda, a importância que tem o manejo equilibrado das adubações visando evitar a falta ou o uso excessivo de fertilizantes, o que pode contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental dessa prática agrícola.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo principal orientar o manejo nutricional dos pomares manejados em sistema intensivo de produção, buscando determinar as doses adequadas de nitrogênio e potássio para a goiabeira 'Paluma', além de estabelecer as doses mais econômicas; estabelecer as faixas de teores de nutrientes nas folhas e frutos decorrentes das adubações; e, determinar as mudanças nos parâmetros químicos do solo devido ao efeito do adubo nitrogenado e potássico.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. Aspectos gerais da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta originária da América Tropical, pertencente à família *Myrtaceae*, cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo os maiores produtores mundiais a Índia, Paquistão, Brasil, Egito, Venezuela, Estados Unidos, África do Sul, México, Austrália e Quênia. No Brasil, é cultivada em escala comercial em quase todas as regiões (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009), com destaque para os estados de São Paulo e Pernambuco (IBGE, 2012).

A goiaba é a mais brasileira das frutas tropicais, e é apreciada pelo seu aroma e sabor característicos, além do alto valor alimentício, sendo uma das frutas mais consumidas no Brasil (NATALE; ROZANE; PRADO, 2012).

Diversas variedades e cultivares de goiabeira foram utilizadas no processo de evolução da goiabicultura brasileira, conforme verificado em revisão feita por Souza et al. (2009), sendo que muitas dessas goiabeiras não são mais plantadas. Atualmente, a cultivar Paluma representa cerca de 90% da área plantada no Brasil (NATALE; ROZANE; PRADO, 2012), com número superior a quatro milhões de plantas, distribuídas por todas as regiões de cultivo (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009). As goiabeiras 'Paluma' são altamente produtivas, vigorosas, de crescimento lateral e com boa tolerância à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.). Os frutos são grandes (acima de 200 g), piriformes, com pescoço curto; nos frutos maduros a casca é lisa e amarela; a polpa é de cor vermelha intensa, firme e espessa (1,3 a 2,0 cm); o sabor é agradável graças ao elevado teor de açúcares (aproximadamente 10° Brix) e à acidez equilibrada; as sementes aparecem em pequeno número (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009).

A cultivar Paluma é uma goiabeira de dupla finalidade, para consumo *in natura* e para a industrialização (NATALE; ROZANE; PRADO, 2012), sendo esse um dos fatores para a preferência por essa cultivar. Outro fator de suma importância é a sua capacidade para alcançar altas produtividades (NATALE; PRADO, 2006; PEREIRA; NACHTIGAL, 2009). Nesse sentido, é graças à produtividade da goiabeira 'Paluma' que a remuneração ao produtor é satisfatória, pois os custos de implantação e condução do pomar são elevados (ROZANE, 2011). Destaca-se, ainda, que a propagação atual da goiabeira 'Paluma', por meio de estacas herbáceas, também contribuiu para este cenário. Esse processo de propagação é muito mais rápido do que o processo por enxertia e, a cultivar Paluma enraíza mais facilmente do que, por exemplo, as cultivares Pedro Sato e Sassaoka (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009).

A goiabeira, em sua condição natural, apresenta ciclo fenológico com brotações e florescimento na primavera e colheita no verão. O manejo de poda, bem como as condições ambientais favoráveis de temperatura e umidade do solo (chuva

ou irrigação), possibilitam colheitas em praticamente todos os meses do ano (ROZANE et al., 2009), o que otimiza a eficiência da indústria processadora da fruta.

Por outro lado, para que a cultivar 'Paluma' alcance seu potencial produtivo, quando manejadas com podas drásticas e irrigação, é necessário o adequado manejo nutricional.

1.2.2. Adubação nitrogenada e potássica

O nitrogênio é encontrado em muitos compostos orgânicos, destacando-se os aminoácidos e ácidos nucléicos. As plantas requerem maiores quantidades de nitrogênio e sua disponibilidade geralmente limita a produtividade das plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006), pois esse macronutriente participa praticamente de todas as funções da planta (MALAVOLTA; MORAES, 2007). Desta forma, os fertilizantes mais consumidos são os nitrogenados (RAIJ, 2011) e, entre eles, destaca-se a uréia. Porém, vários autores relatam altas perdas de nitrogênio por volatilização de NH_3 , quando a uréia é aplicada na superfície do solo. Outro aspecto importante é que o ânion nitrato tem baixa interação química com os minerais do solo, os quais apresentam predominância de cargas negativas (CANTARELLA, 2007). Portanto, adubações nitrogenadas devem ser bem determinadas, para se evitar que a lixiviação do nitrato possa atingir as águas superficiais e subterrâneas. Assim, as práticas de manejo que conciliam as necessidades de nutrientes com a demanda da cultura, em termos de dose e época de aplicação, podem otimizar o uso de nutrientes pelas culturas e reduzir potenciais impactos ambientais (GRANT, 2010)

O potássio não é um constituinte integral de qualquer metabólito vegetal, sendo que suas altas concentrações vacuolares o tornam o maior agente osmótico catiônico celular. Entre suas funções na planta, destacam-se a ativação de diversas enzimas, a participação no transporte através da membrana, a neutralização de ânions e a manutenção de potencial osmótico (EPSTEIN; BLOOM, 2006). A deficiência de potássio normalmente reduz o tamanho dos internódios, a dominância apical e o crescimento das plantas, retarda a frutificação e origina frutos de menor tamanho e com menor intensidade de cor (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007).

A adubação com uréia gera a acidificação do solo, o que não ocorre com a adubação com cloreto de potássio (ERNANI, 2008). Durante a nitrificação, para cada NH_4^+ oxidado ocorre a liberação de dois íons hidrogênio (H^+) na solução do solo. O resultado desse processo é a acidificação do solo. A absorção de N pelas raízes também influencia a variação do pH do solo (MATTOS JR. et al., 2007). Por outro lado, apesar do cloreto de potássio não acidificar o solo (TISDALE; NELSON; BEATON, 1984), esse adubo possui elevado índice salino (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007).

Em fruteiras, o nitrogênio interfere no crescimento dos ramos, influenciando o número e o tamanho dos mesmos. Desta forma, pode interferir diretamente na produção, alterando tanto o calibre quanto o número de frutos produzidos (MATTOS; FREIRE; MAGNANI, 1991; DOLINSKI et al., 2005). Já o potássio, além dos estudos evidenciando seu efeito isolado na planta (CUMMINGS, 1985), também potencializa a resposta dos vegetais ao nitrogênio (MENGEL; KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995), sendo recomendado o aumento da dose de potássio, quando há incremento na quantidade de nitrogênio aplicada (MALAVOLTA, 2006).

A interação mais comum relacionada com nitrogênio é a que acontece com o potássio. Esses são os dois nutrientes minerais absorvidos em maiores quantidades em quase todas as plantas e as interações entre ambos normalmente são do tipo não-competitiva. A absorção de um elemento eleva a demanda pelo outro. O estímulo do crescimento provocado pela adição de nitrogênio pode levar à deficiência de potássio por efeito de diluição e, vice-versa. O suprimento balanceado de nitrogênio e de potássio, frequentemente, aumenta a resposta a ambos, mas a não-adição de um deles em solos deficientes, pode levar a decréscimos na resposta ao outro, tanto em produção, quanto em acúmulo do nutriente (CANTARELLA, 2007).

Quando o nitrogênio é aplicado em quantidade suficiente que aumente a produção, esta passa a ser limitada pela insuficiência de K aplicado. Assim, as maiores doses de nitrogênio somente promoverão aumento de produção se acompanhadas de altas doses de potássio, como evidenciado em milho por Resende et al. (1997).

A literatura evidencia que a adequada relação N/K influencia a produtividade de plantas perenes, como descreve Malavolta (2006), que resume os resultados obtidos por Viana et al. (1987) em um ensaio de seis anos de duração. Os autores relatam que a aplicação de 200 kg K₂O ha⁻¹, em presença de 100 kg N ha⁻¹ produziram 60 sacas de café beneficiado por hectare, enquanto que aplicando 400 kg N ha⁻¹, na ausência de K₂O, produziram apenas 35 sacas.

Dolinski et al. (2005), trabalhando com ameixeiras, relatam não haver alteração da produção quando se varia o nitrogênio e o potássio aplicados em pomar com cinco anos de idade. Os autores atribuíram a falta de resposta às adubações, devido ao tempo insuficiente de experimentação, de apenas três anos. Explicação semelhante é fornecida por Nosal et al. (1990), que constatou para a cultura da macieira que diferentes doses de nitrogênio apresentaram diferenças de 28% na produtividade acumulada de oito anos, porém, no acumulado dos primeiros quatro anos não observou diferença significativa.

Experimentos realizados por Sobral et al. (2000) com laranjeiras, sob regime de sequeiro, por seis anos, em solos dos tabuleiros costeiros, no Ceará; por Quaggio, Mattos e Cantarella (2006) que conduziram dois ensaios também por seis anos em Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo, no estado de São Paulo; e Mattos Jr. et al. (2006) por cinco anos em Argissolo Vermelho-Amarelo, todos observaram respostas positivas na melhoria da qualidade e da produtividade, com a adequação da relação N/P/K.

Para goiabeiras, não foram realizados estudos que determinassem a adequada relação N/K para alcançar produtividades máximas ou mesmo avaliar o efeito dessa relação na qualidade da produção. Ide e Martelleto (1997), em estudo com adubação nitrogenada e potássica, não verificaram a influência do potássio e nem da interação N x K no número de frutos por planta, peso dos frutos e produtividade da primeira safra do pomar de goiabeiras 'Paluma'.

A colheita é uma importante fonte extração de nutrientes do pomar. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes exportados em maior quantidade pelos frutos da goiabeira 'Paluma', aproximadamente 1,18 e 1,55 kg, respectivamente, por tonelada de frutos produzida (NATALE et al., 1994b).

Nos sistemas intensivos de produção, uma parte significativa dos nutrientes é retirada das plantas por ocasião da poda de frutificação. Nesse sentido, Maia et al. (2007), trabalhando em pomar da cultivar Paluma com três anos, relataram que a extração de nutrientes devido à poda foi de 153,3 g N planta⁻¹, 14 g P planta⁻¹ e 231,9 de g K planta⁻¹.

Diversos trabalhos mostram o aumento da produtividade da goiabeira em função de doses crescentes de nitrogênio (NATALE; BOARETTO; PEREIRA, 1994a; TERÁN et al., 1996; IDE; MARTELLETO, 1997; MACIEL; DANTAS NETO; FERNANDES, 2007; KUMAR, TIWARI; KUMAR, 2008; CARDOSO et al., 2011). Por outro lado, a adubação potássica pode ou não influenciar a produtividade dos pomares. Ramasamy et al. (1977), citados por Medina (1988), e Martinez Júnior e Pereira (1986), verificaram aumento de produtividade de goiabeiras em função da adubação potássica. Natale et al. (1996b) observaram em goiabeiras 'Paluma' plantadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com concentração inicial de K muito baixa (RAIJ et al., 1997) de 0,5 mmol_c dm⁻³, que a adubação potássica foi significativa na produtividade apenas na terceira safra do pomar. Cardoso et al. (2011) não observaram efeito da adubação potássica na produtividade de goiabeiras 'Paluma' jovens, assim como Natale et. al (1996b) também não observaram nas duas safras iniciais do experimento. Na Venezuela, Terán et al. (1996) também não constataram efeito significativo da adubação potássica na produtividade de goiabeiras com três anos.

Estudos realizados com goiabeiras 'Paluma' com três anos, demonstraram a alta demanda da planta por nitrogênio e potássio, sendo necessárias doses de 0,42 kg N planta⁻¹ e 0,53 kg K₂O planta⁻¹ para alcançar 90% da produção máxima. O pomar experimental foi manejado com podas pouco intensas, não irrigado e com uma safra por ano (NATALE, 1993).

As recomendações de adubação nitrogenada e potássica para goiabeiras em São Paulo variam em função dos autores. Santos e Quaggio (1997) sugerem para a adubação de pomares de goiabeiras, não especificando as cultivares, a faixa de 0,32 a 0,65 kg K₂O planta⁻¹ em função das concentrações de potássio no solo e da produtividade esperada, e a faixa de 0,12 a 0,64 kg N planta⁻¹. Por outro lado, Natale et al. (1996a) sugerem, especificamente para a cultivar Paluma, a faixa de 0,15 a 1,5

kg K₂O planta⁻¹, em função das concentrações de K no solo, da idade das plantas e da produtividade esperada do pomar, e a faixa de 0,8 a 1,4 kg N planta⁻¹. Nessa literatura, observa-se que as adubações podem ser orientadas para produtividades superiores a 100 t ha⁻¹. Piza Jr. e Kavati (1994) relatam que os fruticultores utilizam altas doses de fertilizantes, sendo comum o emprego de quantidades de N-P₂O₅-K₂O da ordem de 1,0-0,5-0,8 kg planta⁻¹, além de farta adubação orgânica. Alguns produtores chegam a utilizar de 5 até 9 kg de elemento simples por ano e por planta adulta (PIZA Jr., 1994). Entretanto, com a elevação dos custos dos fertilizantes e a preocupação ambiental, isso tem sido revisto.

1.3. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. R. M. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. cap. 13, p. 317-366.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; MARACAJÁ, P. B. Produtividade da goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 149-153, 2011.
- CUMMINGS, G. A. Potassium nutrition of deciduous and small fruits. In: MUNSON, R. D. **Potassium in agriculture**, American Society of Agronomy, 1985. p. 1087-1104.
- DOLINSKI, M. A.; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; CUQUEL, F. L.; SOUZA, S. R.; MAY-DE-MIO, L. L.; MONTEIRO, L. B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'Chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 295-299, 2005.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. p. 169-236.
- ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: UDESC, 2008. 230 p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. cap. 9, p. 551-594.

GRANT, C. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on the environment. In: PROCHNOL, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: contexto mundial e práticas de suporte. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 1, cap. 3, p. 43-90.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área colhida de goiabas no Brasil em 1996 (Tabela 510)**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996> Acesso em: 10 jul. 2012.

IDE, C. D.; MARTELLETO, L. A. P. Response of guava (*Psidium guajava* L.) 'Paluma' to three levels of nitrogenous and potash fertilization at first production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 452, p.101-105, 1997.

KUMAR, P.; TIWARI, J. P.; KUMAR, R. Effect of N, P & K on fruit, yield and fruit quality in guava cv. Pant Prabhat. **Journal of Horticultural Sciences**, Ashford, v. 3, n. 1, p. 43-47, 2008.

LUPA. Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo. **Dados consolidados do Estado de São Paulo: 2007/2008**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosestado/DadosEstaduais.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

MACIEL, J. L.; DANTAS NETO, J. D.; FERNANDES, P. D. Resposta da goiabeira à lâmina de água e à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n. 6, p. 571-577, 2007.

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; MORAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 705-709, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. p. 126-417.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 189-249.

MARSCHNER, M. G. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINEZ JÚNIOR, M.; PEREIRA, F. M. Respostas da goiabeira a diferentes quantidades de N, P e K. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986. p. 293-296.

MATTOS, M. L. T.; FREIRE, C. J. S.; MAGNANI, M. Produção do pessegueiro cv. Diamante, sob diferentes doses de nitrogênio aplicado ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n. 1, p.113-117, 1991.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K.; GRAETZ, D. A. Response of young citrus trees on selected rootstocks to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.29, n. 8, p.1371–1385, 2006.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, A. E. Nitrogênio e enxofre na cultura dos citros. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 413-443.

MEDINA, J. C. Cultura da goiaba. In: MEDINA, J. C.; CASTRO, J. V.; SIGRIST, J. M.; MARTIN, Z. J.; KATO, K.; MAIA, M. L.; GARCIA, A. E. B.; LEITE, R. S. S. F. **Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1988. p. 1-120.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**, 4. ed. Dordrecht: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MODENESE-GORLA DA SILVA, S. H.; NATALE, W.; SANTOS, E. M. H.; BENDINI, H. Fert-Goiaba: software para recomendação de calagem e adubação para goiabeira Paluma, irrigada e manejada com poda drástica. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 1. cap. 10, p. 281-283.

MOTOIKE, S. Y.; MOURA, E. F. Goiaba (*Psidium guajava* L.). In: de PAULA, T. J.; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 413-422.

NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos**. 1993. 149 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NATALE, W.; PRADO, R. M. Fertirrigação em goiabeira. In: BOARETTO, A. E.; BOAS, R. L. V.; SOUZA, V. F. D. E.; VIDAL, I. R. (Org.). **Fertirrigação/fertirrigación: teoria e prática**. Piracicaba: CENA/USP, 2006. v. 1, p. 494-535.

NATALE, W.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. La fertilisation azotée du goyavier. **Fruits**, Montpellier, v. 49, n. 3, p. 205-210, 1994a.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; CORTEA, G. E. P.; FESTUCCIA, A. J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira. **Científica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 249-253, 1994b.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PRADO, M. P. Diagnose foliar nas culturas da goiaba e carambola. In: PRADO, R. M. (Ed.). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/CNPq, 2012. cap. 15, 411-441.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996a. 22 p.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Nutrição e adubação potássica na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, p. 247-250, 1996b.

NOSAL, K.; PONIEDZIALEK, W.; KROPP, K.; POREBSKI, S. Effectiveness of nitrogen and potassium fertilization of apple trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 274, p. 361-364, 1990.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Melhoramento genético da goiabeira. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2. cap. 15, p. 371-398.

PIZA JR., C. T. **A poda da goiabeira de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 30 p.

PIZA JR., C. T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas:CATI, 1994. 28 p. (Boletim Técnico, 219).

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JR., D.; CANTARELLA, H. Fruit yield and quality of sweet oranges affected by nitrogen, phosphorus and potassium fertilization in tropical soils. **Fruits**, Montpellier, v.61, n. 5, p. 293–302, 2006.

QUEIROZ, E. F.; KLIEMANN, H. J.; VIEIRA, A.; RODRIGUEZ, A. P. M.; GUILHERME, M. R. Nutrição mineral e adubação da goiabeira. In: HAAG, H. P. (Ed.). **Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.165-187.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI. 2011. 420 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 8-13. (Boletim Técnico, 100).

RESENDE, G. M. de; SILVA, G. L. da; PAIVA, L. E.; DIAS, P. F.; CARVALHO, J. G. de. Resposta do milho (*Zea mays* L.) a doses de nitrogênio e potássio em solo da região de Lavras-MG. II. Macronutrientes na parte aérea. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 477-483, 1997.

ROZANE, D. E. Goiaba tem nova matriz de custo de produção. In: **AGRIANUAL 2011: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2011. p. 302-306.

ROZANE, E. D.; BRUGNARA, V.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para 'mesa' e/ou 'indústria'. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2. cap. 17, p. 407-428.

SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 143-144. (Boletim Técnico, 100).

SOBRAL, L. F.; SOUZA, L. F. S.; MAGALHÃES, A. F. J.; SILVA, J. U. B.; LEAL, M. L. S. Resposta da laranjeira-Pêra à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um latossolo amarelo dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 307-312, 2000.

SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A.; ROZANE, D. E.; NATALE, W. Pesquisas com goiabeira (*Psidium guajava* L.) no Brasil: breve histórico e perspectivas futuras. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 1, cap. 2, p. 27-82.

TERÁN, L.; MELÉNDEZ, I.; GARCÍA-AGUILAR, L.; ACUÑA, J. G.; URDANETA, M. Efecto de la aplicación de nitrógeno y potasio em el rendimiento del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.). **Revista de La Facultad de Agronomía (Luz)**, Maracaibo, v. 13, n. 4, p. 363-370, 1996.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan Publishing Company, 1984. 754 p.

CAPÍTULO 2 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM GOIABEIRAS 'PALUMA' SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

RESUMO - A adubação objetiva fornecer nutrientes às plantas para a melhoria da produtividade. Por outro lado, a aplicação dos adubos altera os parâmetros químicos do solo. O trabalho objetivou avaliar os efeitos das adubações nitrogenadas e potássicas em pomar de goiabeiras 'Paluma', sobre os atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo. O experimento foi conduzido em Vista Alegre do Alto, SP, em pomar com sete anos de idade, irrigado, manejado com podas, durante três ciclos de produção. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg planta⁻¹ de N) e quatro de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O). Utilizou-se uréia e cloreto de potássio, parcelados em quatro aplicações iguais. A adubação foi complementada com o superfosfato simples, o ácido bórico e o sulfato de zinco. A adubação nitrogenada promoveu decréscimos do pH, K, Ca, Mg, SB e V e elevação da acidez potencial e das concentrações de B, Fe e Mn, nas camadas de solo de 0-0,2 e 0,2-0,4m. As adubações potássicas promoveram acréscimos nas concentrações de K do solo, nas camadas de solo de 0-0,2 e 0,2-0,4m, e decréscimo das concentrações de Mg na camada de 0,2-0,4m. A interação N x K foi significativa para as concentrações de K nas camadas de 0-0,2m e 0,2-0,4m, respectivamente, no segundo e no terceiro ciclo; e para as concentrações de Mg e SB, na camada 0,2-0,4m, no segundo ciclo.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*; nitrogênio; potássio; análise química de solo.

ABSTRACT - Fertilization aims to provide nutrients for plants to improve productivity. Moreover, the application of fertilizers modify the soil chemical. The present study evaluated the effects of nitrogen and potassium fertilizers in the orchard of guava 'Paluma' on the chemical attributes of a dystrophic Ultisol. The experiment was conducted at Vista Alegre do Alto, SP, in an 7 years old irrigated orchard, managed through pruning during three production cycles. The experimental design was randomized blocks, in factorial, with four nitrogen doses (0, 0.5, 1 and 2 kg N plant⁻¹) and four of potassium (0, 0.55, 1.1 and 2.2 kg K₂O plant⁻¹), with three replications. It was used urea and potassium chloride, split into four equal applications. The fertilization was supplemented with superphosphate, boric acid and zinc sulphate. Nitrogen fertilization promoted decreases in pH, K, Ca, Mg, V and sum of bases (SB) and increased the potential acidity and concentrations of B, Fe and Mn in soil layers of 0-0.2 and 0.2-0.4m. The potassic fertilization promoted increases in soil K concentrations in soil layers of 0-0.2 and 0.2-0.4 m, and decreased concentrations of Mg in the layer of 0.2-0.4 m. The N x K interaction was significant for concentrations of K in the layers 0-0.2 m and 0.2-0.4 m, respectively, in the second and third cycle; and for concentrations of Mg and SB in the layer 0.2 to 0.4 m in the second cycle.

Keywords: *Psidium guajava*, nitrogen, potassium, chemical analysis of soil.

2.1. INTRODUÇÃO

A produção de goiabas é uma importante atividade agrícola da fruticultura paulista. A fruta é utilizada para consumo *in natura* e para a industrialização. A 'Paluma' é a principal cultivar destinada à industrialização (PEREIRA, 2008).

Atualmente, os pomares da região de Vista Alegre do Alto/SP são manejados com podas a cada oito meses, gerando três safras a cada 2 anos (ROZANE et al., 2009). Nesses pomares predominam os solos Argissolo e Latossolo. A irrigação, a adubação, a poda e o controle de pragas e doenças são manejos agrônômicos que potencializam a expressão produtiva dos pomares de 'Paluma'. Desta forma, maiores produtividades são alcançadas quando há interação desses fatores de produção, o que aumenta, assim, a demanda por nutrientes (RAIJ, 2011).

A remoção de macronutrientes pela poda de goiabeiras 'Paluma' segue a ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, S e P, enquanto para os micronutrientes a ordem é: Fe, Mn, B, Zn e Cu (MAIA et al., 2007). Por outro lado, a exportação de nutrientes pelos frutos, através das colheitas, segue a ordem: K, N, P, S, Mg e Ca, sendo que para os micronutrientes a ordem é: Mn, Fe, Zn, Cu e B (NATALE et al., 1994), destacando, assim, a importância dos nutrientes N e K para o manejo dos pomares.

A interação mais comum relacionada com nitrogênio é a que acontece com o potássio e, normalmente, é do tipo não-competitiva, sendo que a absorção de um elemento eleva a demanda pelo outro. O suprimento balanceado desses dois nutrientes, normalmente aumenta a resposta de ambos, mas, a não-adição de um deles em solos deficientes pode levar a decréscimos na resposta do outro, tanto em produção quanto em acúmulo do nutriente (CANTARELLA, 2007).

As recomendações de adubação com nitrogênio e potássio para goiabeiras em São Paulo variam em função dos autores. Santos e Quaggio (1997) sugerem para a adubação de pomares de goiabeiras, não especificando as cultivares, a faixa de 0,32 a 0,65 kg K₂O planta⁻¹, em função das concentrações de K no solo e da produtividade esperada, e a faixa de 0,12 a 0,64 kg N planta⁻¹. Por outro lado, Natale et al. (1996) sugerem, especificamente para a cultivar Paluma, a faixa de 0,15 a 1,5 kg K₂O planta⁻¹, em função das concentrações de K no solo, da idade das plantas e da produtividade esperada do pomar, e a faixa de 0,8 a 1,4 kg N planta⁻¹. Nessa

literatura, observa-se que as adubações podem ser orientadas para produtividades superiores a $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Piza Jr. e Kavati (1994) relatam que os fruticultores utilizam altas doses de fertilizantes, sendo comum o emprego de quantidades de N- P_2O_5 - K_2O da ordem de 1,0-0,5-0,8 kg planta⁻¹, além de farta adubação orgânica. Alguns produtores chegam a utilizar 5, 7 ou até 9 kg de elemento simples por ano e por planta adulta (PIZA JR., 1994). Entretanto, com a elevação dos custos dos fertilizantes e a preocupação ambiental, isso tem sido revisto.

A adubação objetiva fornecer nutrientes às plantas para a melhoria da produtividade dos pomares. Por outro lado, a aplicação dos fertilizantes altera os parâmetros químicos do solo, tanto mais intensamente, quanto maiores as quantidades fornecidas de adubos. Desta forma, pode haver aumento da concentração do elemento no solo que estava presente no adubo, diminuir ou aumentar a concentração de outros elementos em função de alterações de pH, bem como competição entre íons.

A adubação com uréia gera a acidificação do solo, o que não ocorre com a adubação com cloreto de potássio (ERNANI, 2008). Durante a nitrificação, para cada NH_4^+ oxidado ocorre liberação de dois íons hidrogênio (H^+) na solução do solo. O resultado desse processo é a acidificação do solo. A absorção de N pelas raízes também influencia a variação do pH do solo (MATTOS JR. et al., 2007).

A aplicação de adubos nos pomares é realizada na projeção da copa das plantas (NATALE et al., 1996) e, em pomares adultos, os parcelamentos das adubações coincidem na mesma área a cada ciclo, o que intensifica as alterações químicas do solo. Estas modificações podem influenciar a nutrição da planta e interferir na produtividade. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos das adubações nitrogenadas e potássicas realizadas em pomar de goiabeiras 'Paluma', sobre os atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar irrigado de goiabeiras 'Paluma', com 7 anos de idade, espaçadas de 7 x 5 metros, manejado com podas de frutificação,

pertencente à Indústria de Polpas e Conservas VAL Ltda., em Vista Alegre do Alto-SP. O solo é o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). O solo do pomar experimental foi corrigido noventa dias antes da instalação do experimento, sendo realizada a calagem conforme as recomendações de Natale et al. (1996). Foram aplicadas 2 t ha⁻¹ de calcário em área total, na superfície do solo, sem incorporação. O calcário continha 32 % de CaO, 18 % de MgO e PRNT de 90,5 %. Antes da aplicação dos tratamentos, foram coletadas 18 subamostras de terra para compor a amostra analisada para fins de fertilidade do solo (RAIJ et al., 2001), tanto na projeção da copa das plantas (a 1,75 m do tronco) quanto na entrelinha do pomar (centro da rua), nas camadas de 0-0,2 e de 0,2-0,4 m. Os resultados das análises químicas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, na faixa adubada (linha) e na entrelinha das plantas, antes da instalação do experimento

Amostra	pH*	M.O.	P**	K	Ca	Mg	H+Al	SB
Linha		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				
0,0-0,2 m	5,9	11	19	2,2	29	14	12	45,2
0,2-0,4 m	5,4	9	7	2,0	22	9	16	33,0
Entrelinha								
0,0-0,2 m	6,0	12	13	2,9	29	15	11	46,9
0,2-0,4 m	5,7	9	7	2,7	24	9	13	35,7
	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO₄⁻²
Linha	mmol _c dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----					
0,0-0,2 m	57,2	79	0,17	11,9	13	11,9	0,4	2
0,2-0,4 m	49,0	67	0,16	4,4	12	11,2	0,3	3
Entrelinha								
0,0-0,2 m	57,9	81	0,34	14,7	12	12,6	0,4	3
0,2-0,4 m	48,7	73	0,16	4,0	10	10,6	0,3	4

*pH (CaCl₂); **P (resina)

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro doses de Nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg N planta⁻¹) e quatro doses de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹), com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco plantas, sendo a área das três goiabeiras centrais consideradas úteis para as avaliações.

As fontes de adubos foram uréia (45 % N) e o cloreto de potássio (60 % K₂O). O experimento foi conduzido por três ciclos de produção consecutivos. Foi considerado como ciclo o período entre a poda e o final da colheita. O primeiro ciclo foi de fevereiro até novembro de 2009, perfazendo um total de 268 dias. O segundo, de dezembro de 2009 até agosto de 2010, com 253 dias. O terceiro ciclo de produção foi de setembro de 2010 até abril de 2011, com 238 dias.

As podas foram drásticas, consistindo da eliminação de ramos superiores e/ou inferiores mais grossos, além do encurtamento dos ramos mais finos. O material resultante da poda foi depositado na entrelinha do pomar e triturado.

Os fertilizantes foram distribuídos equitativamente na superfície do solo, ao redor de cada planta, na faixa entre 1,5 a 2,0 metros a partir do tronco, ou seja, com largura de 0,5 m de distribuição na projeção da copa. As doses foram parceladas três vezes no primeiro ciclo, a cada 30 dias, e em quatro vezes nos outros ciclos, a cada 25 dias, iniciando na fase de pré-florescimento.

As doses de fósforo foram estipuladas conforme as concentrações de P no solo e a produtividade média do pomar, seguindo as recomendações de Natale et al. (1996). Foi utilizado o adubo superfosfato simples granulado (18 % P₂O₅), aplicado uma única vez, em cada ciclo de produção, juntamente com o primeiro parcelamento dos adubos NK. Desta forma, foram aplicados, por planta, 150 g de P₂O₅ no primeiro ciclo e 100 g de P₂O₅ em cada um dos outros dois ciclos.

As adubações com zinco e boro foram realizadas via solo, sendo os adubos aplicados juntamente com as pulverizações de herbicidas. Para tal, utilizou-se pulverizador de barra aplicando a solução nas linhas das plantas (projeção das copas), em faixa de 4 metros. As doses utilizadas no primeiro ciclo de produção foram de 1 kg B ha⁻¹ e 2 Kg Zn ha⁻¹, no segundo ciclo foram de 2 kg B ha⁻¹ e 1 kg Zn ha⁻¹ e no terceiro ciclo 1 kg B ha⁻¹ e 1 kg Zn ha⁻¹. As fontes de B e Zn foram, respectivamente, o ácido bórico (17 % B) e o sulfato de zinco (20% de Zn).

Quando necessário, as plantas foram irrigadas. O sistema de irrigação foi por microaspersão, com um microaspersor (tipo bailarina) por goiabeira, com raio de ação de 2,4 m e vazão de 36 litros por hora. A irrigação foi monitorada por tensiometria na camada de 0,0 – 0,2 m (60% capacidade de campo), sendo a água proveniente de poço semi-artesiano.

Após o término da colheita de cada ciclo, foram realizadas amostragens de solo, nas camadas 0,0 – 0,2 e 0,2 - 0,4 m, na faixa adubada das plantas, sendo a amostra da parcela constituída de doze sub-amostras, quatro por planta, uma em cada quadrante. Foram realizadas, também, amostragens nas entrelinhas da cultura, às mesmas profundidades e épocas citadas, seguindo os preceitos descritos por Natale et al. (1996). Para a determinação do pH e das concentrações de MO (matéria orgânica), P, K, Ca, Mg, H+Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn e S-SO₄⁻² do solo, foram utilizadas as metodologias descritas por Raij et al. (2001).

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F e, quando significativos, realizou-se a análise de regressão polinomial, conforme descrito por Pimentel-Gomes (2009). Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Efeito dos tratamentos nas características do solo na faixa adubada

As amostras de solo retiradas na região de projeção da copa (faixa adubada), ao final de cada ciclo produtivo, apresentaram alterações químicas nos valores de pH, K, Ca, Mg, SB(Soma de bases), H+Al (Acidez potencial), V (Saturação por bases), B, Fe e Mn, em função dos tratamentos. Por outro lado, as concentrações de MO (matéria orgânica), P, Cu, Zn e S, nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m do solo, não sofreram modificações em função dos tratamentos com N e K.

As Tabelas 4, 5, 8, 9, 12 e 13, descritas nos Apêndices, apresentam os valores médios dos parâmetros químicos do solo, em função das doses de N e K₂O, com os respectivos valores do teste F e CV (coeficiente de variação) da análise de variância.

As concentrações médias de MO, P, Cu Zn e S, para os três ciclos, estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Concentrações médias de MO, P, Cu, Zn e S do solo, na faixa adubada (linha), nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, após o término de cada ciclo de produção

Ciclo	Profundidade	M.O.	P(resina)	Cu Zn S-SO ₄ ⁻²		
				-----mg dm ⁻³ -----		
	m	g dm ⁻³				
1	0,0-0,2	10	38	12,5	0,4	2
	0,2-0,4	6	7	2,3	0,1	5
2	0,0-0,2	11	39	13,3	0,4	6
	0,2-0,4	7	10	2,1	0,1	12
3	0,0-0,2	11	45	14,0	0,4	3
	0,2-0,4	7	10	2,9	0,2	6

A adubação nitrogenada promoveu o decréscimo linear do pH em todas as avaliações realizadas (Figura 1a, b), com exceção do pH do solo da camada de 0,0 – 0,2 m do primeiro ciclo produtivo que apresentou valor médio igual a $5,4 \pm 0,37$.

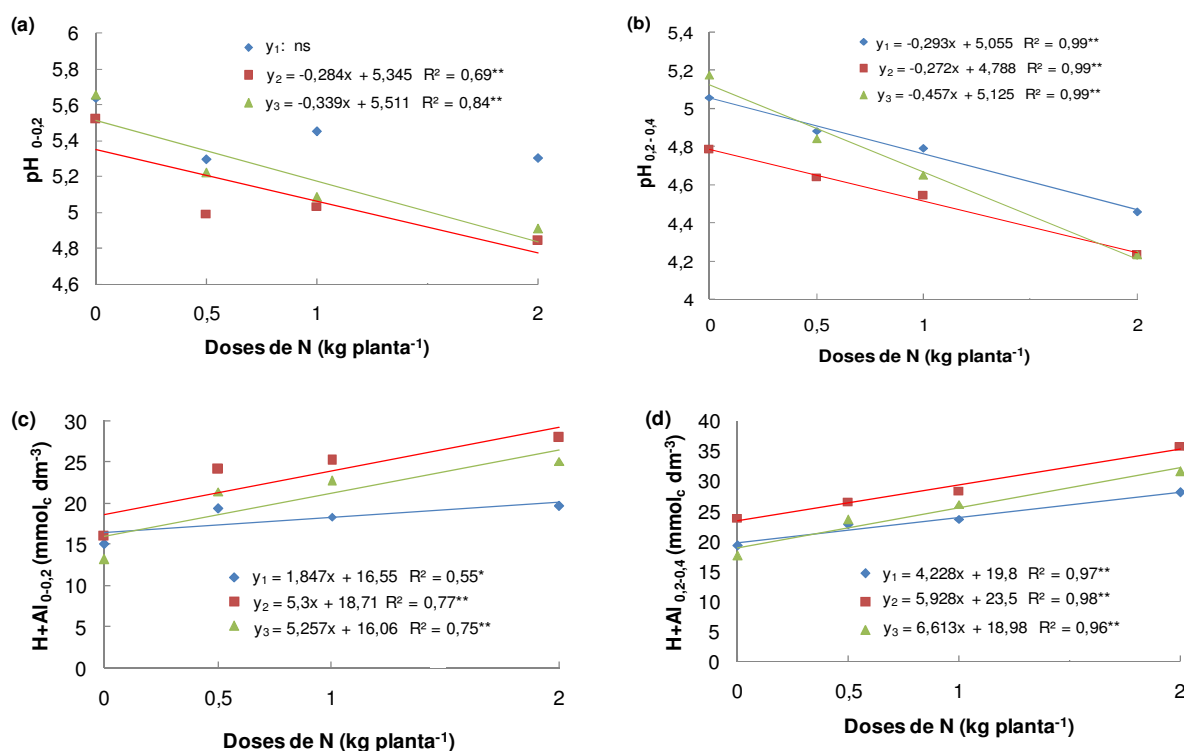


Figura 1. pH e acidez potencial do Argissolo Vermelho-Amarelo, nas camada de 0,0 – 0,2 m (a, c) e 0,2-0,4 m (b, d), em função da adubação nitrogenada em goiabeiras. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

A acidificação em função das doses de nitrogênio foi mais intensa na camada de solo 0,2-0,4 m no terceiro ciclo (Figura 1b), verificado através do maior ângulo de inclinação da reta. Este fato é decorrente das adubações com uréia serem realizadas na mesma área do solo à cada ciclo, intensificando este efeito com o passar do tempo. A adubação com uréia acidifica o solo, pois no balanço final das reações químicas, provocadas por sua adição ao solo, há liberação de H^+ , com conseqüente redução do pH (ERNANI, 2008). Neste aspecto, Natale (1993) verificou, em pomares de goiabeiras, o efeito do adubo nitrogenado na acidificação dos solos Argissolo e Latossolo. Esse efeito é intensificado pois a adubação nitrogenada é feita na projeção da copa das árvores, podendo restringir o crescimento radicular das plantas (NATALE; ROZANE; PRADO, 2012).

O adubo cloreto de potássio possui equivalente $CaCO_3$ igual a zero (TISDALE; NELSON; BEATON, 1984) e, como esperado, a adubação potássica não influenciou o pH do solo em nenhum dos ciclos avaliados, sendo que a interação N x K também foi não significativa (Tabelas 4 a 15 do apêndice).

O processo de nitrificação do amônio (oriundo da uréia, MO e restos vegetais) gera cátions H^+ e ânions NO_3^- que deslocam os cátions trocáveis. Esses ânions movimentam-se através do perfil do solo e, quando não absorvidos pelas plantas, carregam quantidades equivalentes de cátions. Desta forma, a acidificação do solo consiste na remoção dos cátions Ca, Mg, K e Na do complexo de trocas, que são substituídos por alumínio trocável e hidrogênio não dissociado (RAIJ, 2011). A acidez potencial ($H+Al$) aumentou com as doses de N, nas duas camadas de solo avaliadas (Figura 1c,d), em detrimento das concentrações dos cátions e, conseqüentemente, da soma de bases (Figura 5 a,b,c).

As adubações com uréia diminuíram as concentrações de potássio do solo, enquanto as adubações com cloreto de potássio aumentaram linearmente as concentrações desse nutriente no solo. Esses efeitos foram observados na camada de 0 - 0,2 m, no primeiro e terceiro ciclo produtivo (Figura 2a e 2c) e, na camada de 0,2 - 0,4 m no primeiro e segundo ciclo (Figuras 2b e 2d).

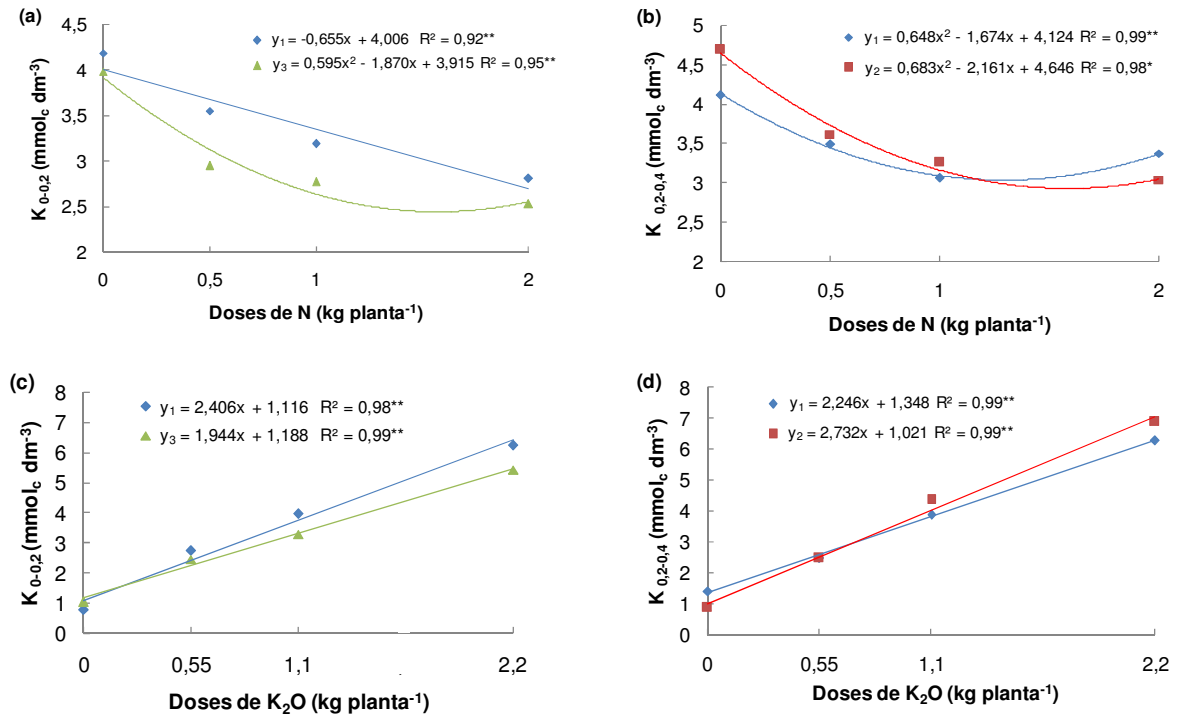


Figura 2. Concentrações de K em Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0 – 0,2 m (a, c) e na camada de 0,2-0,4 m (b, d), em função da adubação nitrogenada (a, b) e da adubação potássica (c, d) em goiabeiras. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

Por outro lado, a interação N x K foi significativa para as concentrações de potássio do solo, na camada de 0 – 0,2 m no segundo ciclo de produção (Figuras 3a e 3b) e, na camada de 0,2-0,4 m, no terceiro ciclo (Figuras 3c e 3d). Desta forma, as concentrações de K do solo, no segundo ciclo, diminuíram em função das doses de N, nas parcelas adubadas com 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹, com efeito quadrático (Figura 3a). Já no terceiro ciclo, as concentrações de K diminuíram nas parcelas adubadas com 0,5, 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹, também com efeito quadrático (Figura 3c). As concentrações de K do solo aumentaram linearmente em função das adubações potássicas, sendo este acréscimo menos intenso à medida que se aumentou as doses de nitrogênio (Figura 3b e 3d).

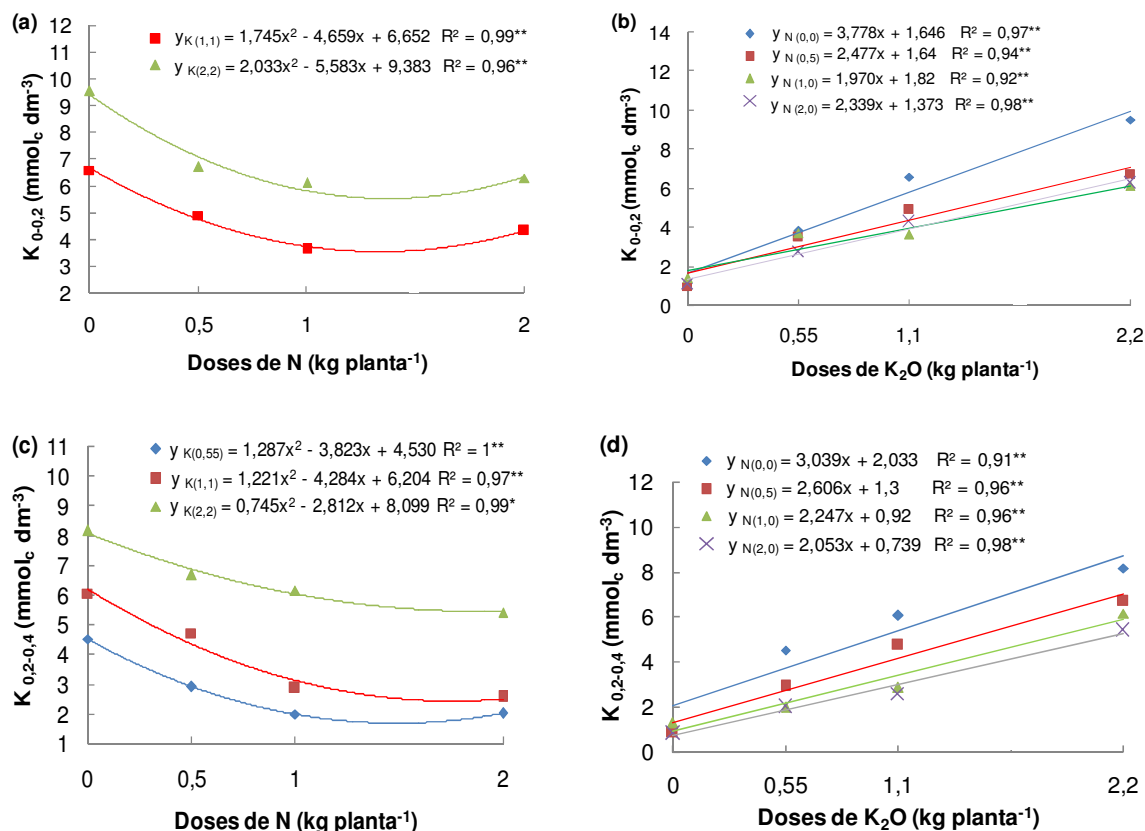


Figura 3. Concentrações de K do solo em função da adubação nitrogenada em goiabeiras adubadas com 0,5, 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹: (a) segundo ciclo, camada de 0,0 – 0,2 m; (c) terceiro ciclo, camada de 0,2 – 0,4 m. Concentrações de K do solo em função da adubação potássica em goiabeiras adubadas com 0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg N planta⁻¹: (b) segundo ciclo, camada de 0,0 – 0,2 m; (d) terceiro ciclo, camada de 0,2 – 0,4 m.

A adubação nitrogenada acidifica o solo (ERNANI, 2008), diminuindo o seu pH. Desta forma, as doses mais elevadas de N promoveram quedas de pH (CaCl₂) abaixo de 5,4 (Figura 1a e c), o que provoca diminuição da disponibilidade de K (MALAVOLTA, 2006). A menor retenção de potássio K no solo deixa esse macronutriente mais susceptível à lixiviação.

Ao contrário do que ocorreu para a adubação nitrogenada, a adubação potássica e a interação N x K não tiveram influência na produtividade durante os três ciclos avaliados, conforme descrito no capítulo 4. As concentrações iniciais de potássio do solo (Tabela 1) encontravam-se dentro da faixa de interpretação considerada média por Raij et al. (1997), que varia de 1,6 a 3,0 mmol_c dm⁻³.

Um programa de adubação não deve visar apenas o máximo retorno em um ano, em detrimento da fertilidade do solo e da produtividade futura. É importante

procurar manter a fertilidade do solo em níveis adequados no médio prazo (RAIJ, 2011). Portanto, partindo da premissa de que o valor médio (RAIJ et al, 1997) da concentração de K do solo foi suficiente para nutrir a goiabeira 'Paluma' adulta, a adubação potássica necessária para fornecer o nutriente às plantas e, ao mesmo tempo, manter a fertilidade do solo, da camada de 0,0 a 0,2 m, com concentrações médias de potássio, foi de 0,20 a 0,78; 0,0 a 0,6; e 0,21 a 0,93 kg K₂O planta⁻¹, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção. Com essas adubações o solo em subsuperfície (0,2-0,4m) ficou com 1,8 a 3,1; 1,0 a 2,7; e 1,4 - 3,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente em cada ciclo e, nas respectivas doses de 0,29, 0,36 e 0,48 kg K₂O planta⁻¹, haveria a manutenção da fertilidade inicial de 2,0 mmol_c dm⁻³ (Tabela 1) nesta camada do solo.

Comparando-se com as recomendações da literatura, Natale et al. (1996) sugerem adubações de 0,3 kg K₂O planta⁻¹, quando o solo se encontra com concentrações médias de K, para pomares de goiabeira 'Paluma' com produtividades de até 60 t ha⁻¹ ano⁻¹, manejados no sistema de sequeiro, com uma colheita por ano. Por outro lado, Santos e Quaggio (1997), sugerem adubações de 0,64 a 0,78 kg K₂O planta⁻¹, em função do espaçamento entre plantas, para pomares de goiaba para indústria com produtividade acima de 50 t ha⁻¹.

Com os resultados experimentais, nota-se que as equações que representam as concentrações de K no solo em função da adubação potássica possuem, de maneira geral, excelentes ajustes (Figuras 2 e 3) para o caso específico do solo em estudo (Agissolo), bem como esses efeitos se manifestaram de forma similar à cada ciclo. Assim, a recomendação de manejo da adubação potássica dos pomares de 'Paluma' em Argissolos da região de estudo pode ser sugerida com a utilização de modelos matemáticos, considerando-se tanto a nutrição da planta como a manutenção e/ou enriquecimento do solo que se deseja obter.

As concentrações de cálcio no solo da camada de 0,0-0,2m diminuíram em função das adubações nitrogenadas (Figura 4a), com exceção para o observado no primeiro ciclo que apresentou valor médio de $23 \pm 6,2$ mmol_c dm⁻³. O mesmo ocorreu na camada de 0,2-0,4m (Figura 4b). As diminuições das concentrações de Ca no terceiro ciclo produtivo foram mais intensas, em decorrência do processo de

acidificação do solo provocado pelas adubações nitrogenadas, sendo este efeito proporcional ao ocorrido para os valores de pH (Figura 1b).

Apenas no primeiro ciclo, na camada de solo de 0,2-0,4 m, as concentrações de Ca diminuíram em função das doses aplicadas de K_2O , sendo este efeito representado pela equação linear $y_1 = -1,303x + 12,98$ ($R^2 = 0,71^{**}$).

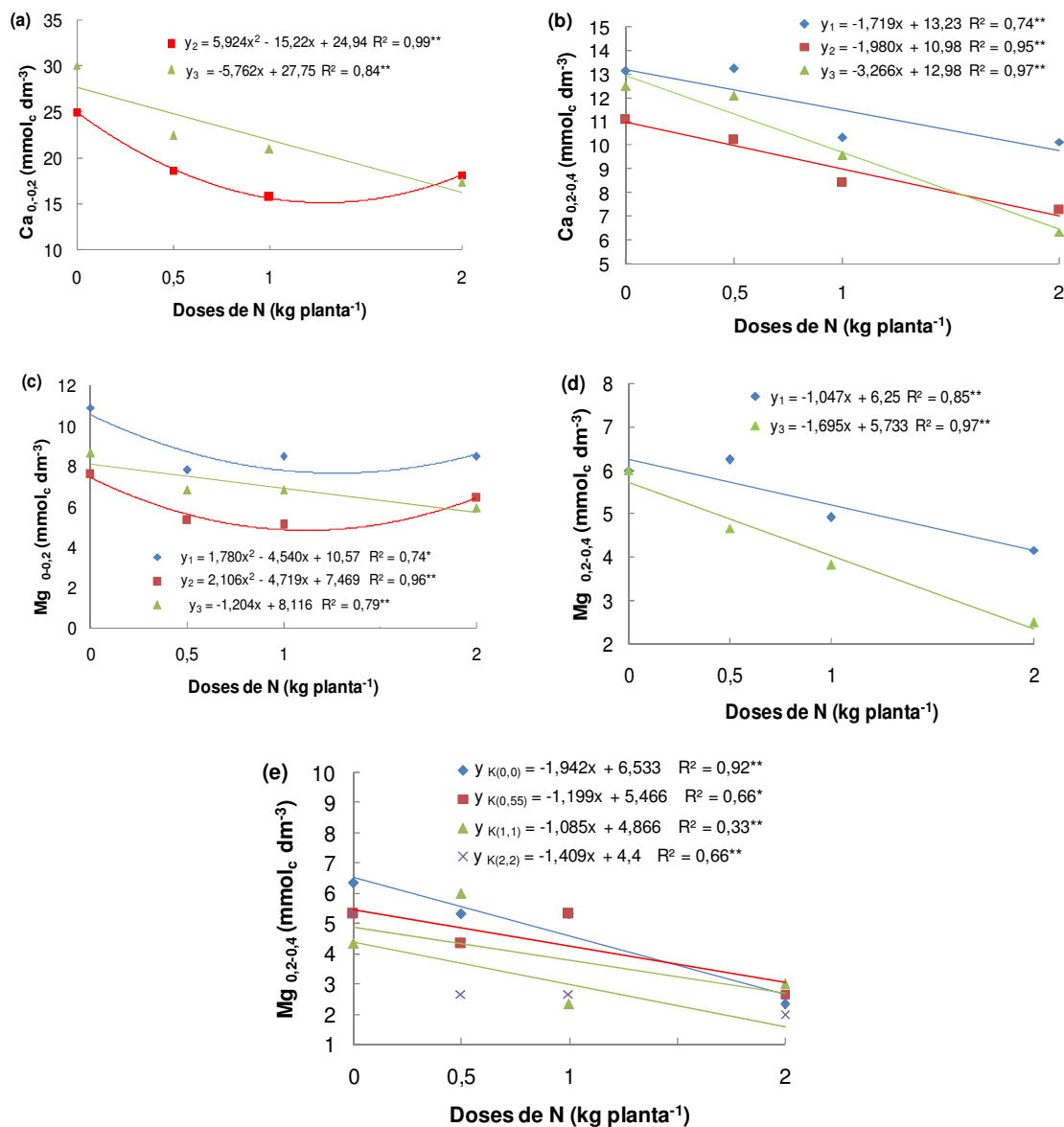


Figura 4. Concentrações de Ca e Mg em Argissolo Vermelho-Amarelo em função da adubação nitrogenada em goiabeiras. (a) Ca na camada de 0-0,2m; (b) Ca na camada de 0,2-0,4m; (c) Mg na camada de 0-0,2m; (d) Mg na camada de 0,2-0,4m; (e) Mg na camada de 0,2-0,4 m em goiabeiras adubadas com 0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K_2O , no segundo ciclo de produção. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

As concentrações de Mg do solo, como o ocorrido para o cálcio, diminuiram em função das adubações nitrogenadas na camada de 0-0,2m (Figura 4 c) e 0,2-0,4m (Figura 4 d), nos três ciclos avaliados, porém, de forma mais intensa na camada subsuperficial.

As adubações potássicas não influenciaram as concentrações de magnésio na camada 0,0-0,2m, por outro lado, diminuiram as concentrações de Mg na camada de 0,2-0,4m do solo, sendo este efeito observado nos três ciclos produtivos. As equações lineares foram as que melhor se ajustaram, representadas por $y_1 = -1,021x + 6,316$ ($R^2 = 0,98^{**}$) e $y_3 = -0,814x + 5,033$ ($R^2 = 0,94^{**}$), respectivamente, para o primeiro e terceiro ciclos.

Nas amostras de solo, de 0,2-0,4 m, do segundo ciclo produtivo, além dos efeitos significativos do N e do K, verificou-se a interação significativa entre os dois elementos (Figura 4e). Observou-se que quanto maiores as doses de N, menores as concentrações de Mg e, estas concentrações são tanto menores, quanto maiores as doses de K aplicado.

Em grande parte, essas reduções nas concentrações de K, Mg e Ca podem ser explicadas pela acidificação que ocorreu no solo, reduzindo a disponibilidade das bases trocáveis (MALAVOLTA, 2006).

As análises estatísticas dos valores calculados de SB e V demonstraram que apenas a adubação nitrogenada influenciou nesses parâmetros. A Figura 5a representa a SB da camada superficial em função da adubação nitrogenada, representadas por equações quadráticas no primeiro e segundo ciclo e por equação linear no terceiro ciclo, como ocorrido para o Mg. Já na camada subsuperficial, as equações lineares foram as que se ajustaram melhor aos dados (Figura 5b). Para o segundo ciclo a interação N x K foi significativa (Figura 5c), acompanhando também o comportamento do Mg (Figuras 4 d, e).

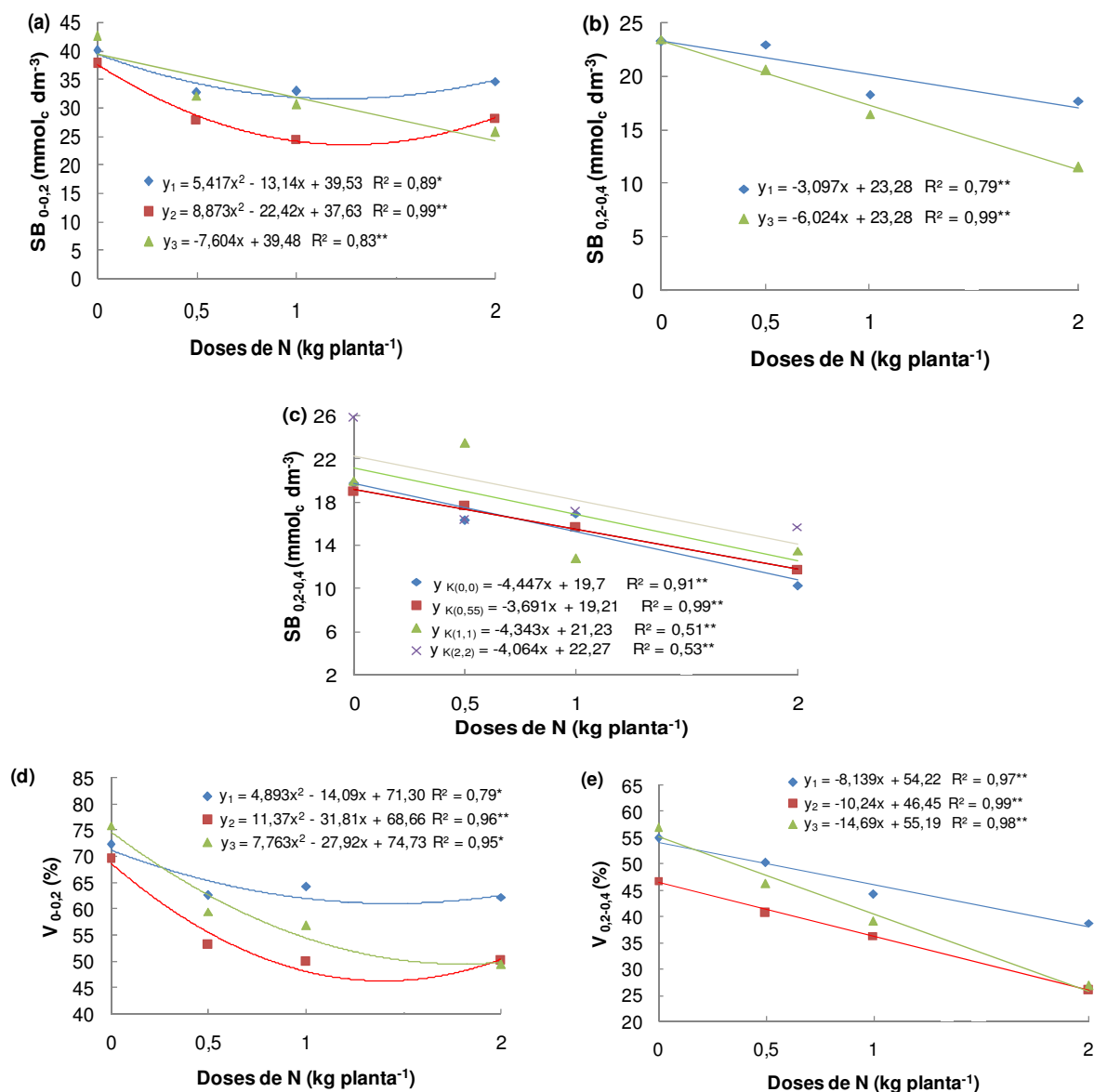


Figura 5. Soma de bases e saturação por bases do Argissolo Vermelho-Amarelo em função da adubação nitrogenada em goiabeiras. (a) SB na camada de 0-0,2m; (b) SB na camada de 0,2-0,4m; (c) SB na camada de 0,2-0,4 em goiabeiras adubadas com 0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O, no segundo ciclo de produção; (d) V na camada de 0,0 – 0,2 m; (e) V na camada de 0,2-0,4 m. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

A saturação por bases expressa a parte da CTC ocupada por Ca, Mg e K, possuindo relação com os valores de pH (RAIJ, 2011). Desta forma, com a diminuição das bases em função das adubações nitrogenadas (Figura 5 a,b,c), verificou-se um decréscimo dos valores de V em ambas as camadas superficial (Figura 5d) e subsuperficial (Figura 5e), apresentando efeitos quadrático e linear,

respectivamente. De forma muito semelhante ao observado para os valores de pH (Figuras 1a, 1b), verificou-se também a diminuição da V à medida que avançam os ciclos, quando observados os coeficientes angulares das retas que se intensificaram a cada ciclo, na camada subsuperficial que apresentaram melhores coeficientes de determinação (R^2). Isto demonstra o efeito cumulativo sobre este parâmetro na faixa de solo que recebeu a adubação nitrogenada, e na profundidade avaliada de até 0,4 m.

Os resultados descritos acima vão ao encontro dos obtidos por Cantarella, Mattos Jr. e Quaggio (2003) que trabalharam com laranjeiras e verificaram um decréscimo de até 1,7 unidade do pH do solo, após cinco anos do início da fertilização nitrogenada, utilizando uréia e nitrato de amônio; nesse caso, observaram que a saturação por bases variou de 24 a 77% nos tratamentos de maior e menor dose de N respectivamente. A liberação de H^+ para a solução do solo, devido à nitrificação e absorção de NH_4^+ pela laranjeira, contribuiu para o decréscimo da adsorção de bases no complexo de troca (CTC). Um efeito bastante importante da acidificação e lixiviação de NO_3^- foi a perda de Ca, Mg e K no perfil do solo e, conseqüente redução da saturação por bases, pois, o transporte de NO_3^- no solo ocorre associado àquelas bases (MATTOS JR. et al., 2007).

Micronutrientes

As concentrações de Cu e Zn do solo, na região de adubação, não se modificaram em função da adubação nitrogenada e potássica, ou da interação N x K. As concentrações médias de Cu e Zn, nas camadas de solo de 0-0,2 e 0,2-0,4m, dos três ciclos avaliados estão apresentadas na tabela 2.

Por outro lado, as concentrações dos micronutrientes B, Fe e Mn, na região de adubação do solo, aumentaram em função da adubação nitrogenada, sendo este efeito observado nas duas camadas de solo e nos três ciclos produtivos (Figura 6). A adubação potássica ou mesmo a interação NxK não influenciaram as concentrações desses elementos.

As disponibilidades dos íons catiônicos Cu, Zn, Fe e Mn do solo aumentam à medida que diminui o pH do solo (DECHEN; NACHTIGALL, 2006), porém, as diminuições de pH do solo provocadas pela adubação nitrogenada (Figura 1) não foram suficientes para aumentar a disponibilidade de Cu e Zn, como ocorreram com o Fe e Mn (Figura 6).

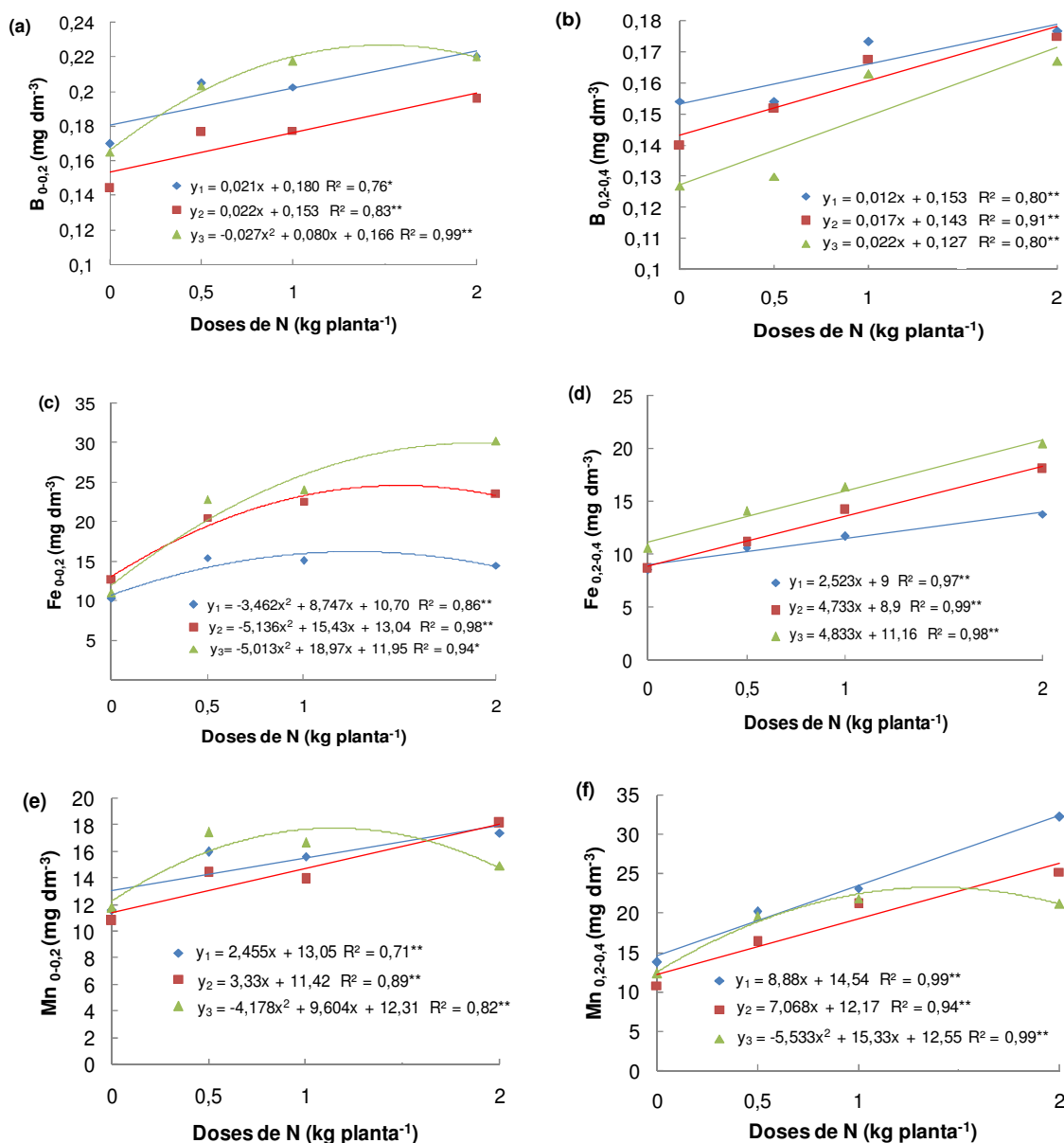


Figura 6. Concentrações de B (a,b), Fe (c,d) e Mn (e,f) em Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0 – 0,2 m (a,c,e) e na camada de 0,2-0,4 m (b,d,f), em função da adubação nitrogenada em goiabeiras. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

Conforme os limites de interpretação no solo (RAIJ et al., 1997), as concentrações de Cu (Tabela 2), Mn (Figura 6 e) e Fe (Figura 6 c) estão altas, com valores superiores a 0,8, 5 e 12 mg dm⁻³, respectivamente. Por outro lado, as concentrações de B (Figura 6 a) e Zn (Tabela 2) estão baixas, com valores inferiores a 0,2 e 0,5 mg dm⁻³, respectivamente, apesar da adubação realizada anualmente com esses elementos.

O boro apresenta alta mobilidade no perfil do solo, estando mais sujeito à lixiviação enquanto que o zinco está sujeito à forte retenção nos compostos do solo e à adsorção específica (química), tanto nos compostos orgânicos quanto nos inorgânicos (MOTTA et al., 2007).

Os valores de Fe na camada superficial do solo (Figura 6 c) foram superiores aos da camada subsuperficial (Figura 6 d), enquanto para o Mn ocorreu o contrário (Figuras 6 e, f), em parte em função da maior mobilidade no solo do Mn em relação ao Fe (DECHEN; NACHTIGALL, 2006)

2.3.2. Efeito dos tratamentos no solo da entrelinha do pomar

A área da entrelinha do pomar não recebeu adubações químicas. Por outro lado, a cada ciclo, os materiais de poda foram depositados nesse local e triturados. Mesmo assim, as amostras de solo na entrelinha não apresentaram alterações nos parâmetros avaliados,

As Tabelas 4, 5, 8, 9, 12 e 13, descritas no Apêndice, apresentam os valores médios dos parâmetros químicos do solo, em função das doses de N e K₂O, com os respectivos valores do teste F e CV (coeficiente de variação) da análise de variação.

Os valores médios desses parâmetros do solo, nas camadas de 0,0-0,2m e 0,2-0,4m, avaliados nos três ciclos produtivos, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Propriedades químicas do solo, nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, na entrelinha das plantas, após cada ciclo de produção

Ciclo		pH*	MO	P**	K	Ca	Mg	H+Al	SB
	Profundidade		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				
1	0,0-0,2	6,2	11	10	2,2	25	15	12	42,2
	0,2-0,4	5,9	6	4	2,8	20	11	14	33,8
2	0,0-0,2	5,9	12	14	2,3	24	12	13	38,3
	0,2-0,4	5,6	7	4	2,6	16	8	15	26,6
3	0,0-0,2	5,9	11	11	1,9	29	14	12	44,9
	0,2-0,4	5,6	7	6	2,4	21	10	13	33,4

Ciclo		T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-so₄⁻²
	Profundidade	mmol _c dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----					
1	0,0-0,2	54,2	78	0,18	10,0	7	11,4	0,2	2
	0,2-0,4	47,8	71	0,19	1,6	7	11,0	0,1	4
2	0,0-0,2	51,3	75	0,20	11,3	8	11,7	0,3	3
	0,2-0,4	41,6	64	0,17	1,8	7	11,1	0,1	4
3	0,0-0,2	56,9	79	0,15	9,3	9	10,4	0,2	2
	0,2-0,4	46,4	72	0,13	1,4	7	7,9	0,2	2

*pH (CaCl₂); **P (resina)

As extrações de nutrientes pelas plantas, a exportação destes pelas colheitas e os processos erosivos e de lixiviação contribuem para a retirada de elementos do solo (RAIJ 2011). Apesar desses processos ocorrerem no pomar, verificou-se que a variação dos diferentes parâmetros entre os ciclos foi pequena (Tabela 3), quando comparada com a condição inicial do solo (Tabela 1). Este fato pode estar relacionado com a ciclagem de nutrientes, oriundos dos materiais de poda depositados na entrelinha do pomar, bem como a possibilidade de três ciclos de avaliação ser um tempo relativamente curto para se verificar alterações nessa região do solo.

2.4. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada promoveu decréscimos do pH, K, Ca, Mg, SB e V, bem como elevação da acidez potencial e das concentrações de B, Fe e Mn, nas camadas de solo de 0-0,2 e 0,2-0,4m.

As adubações potássicas promoveram acréscimos nas concentrações de K do solo, nas camadas de solo de 0-0,2 e 0,2-0,4m, e decréscimo das concentrações de Mg na camada de 0,2-0,4m.

A interação N x K foi significativa para as concentrações de K nas camadas de 0-0,2m e 0,2-0,4m, respectivamente, no segundo e terceiro ciclo; e para as concentrações de Mg e SB, na camada 0,2-0,4m, no segundo ciclo.

As doses de potássio para nutrir a planta e manter o solo da camada de 0,0 a 0,2 m com concentrações médias ($1,6$ a $3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foram de $0,20$ a $0,78$; $0,0$ a $0,6$; e $0,21$ a $0,93 \text{ kg K}_2\text{O planta}^{-1}$, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclo.

2.5. REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 67, n. 3, p. 215-223, 2003.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. cap. 13, p. 327-354.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa SPI, 2006. 306 p.

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: UDESC, 2008. 230 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; MORAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 705-709, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 632 p.

MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, A. E. Nitrogênio e enxofre na cultura dos citros. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 413-443.

MOTTA, A.C.V., SERRAT, B.M., REISSMANN, C.B., DIONÍSIO, J.A. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta**. Curitiba: UFPR, 2007. 242 p.

NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (Psidium guajava L.), durante três anos**. 1993. 149 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; CORTEA, G. E. P.; FESTUCCIA, A. J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira. **Científica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 249-253, 1994.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PRADO, M. P. Diagnose foliar nas culturas da goiaba e carambola. In: PRADO, R. M. (Ed.). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/CNPq, 2012. cap. 15, 411-441.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22 p.

PEREIRA, F. M. Goiaba: Antecedentes, progresso e perspectivas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 9, p. 375-382.

PIMENTEL-GOMEZ, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PIZA JR., C. T. **A poda da goiabeira de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 30 p.

PIZA JR., C. T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 28 p. (Boletim Técnico, 219).

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI. 2011. 420 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 8-13. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

ROZANE, E. D.; BRUGNARA, V.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para 'mesa' e/ou 'indústria'. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2. cap. 17, p. 407-428.

SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 143-144. (Boletim Técnico, 100).

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan Publishing Company, 1984. 754 p.

CAPÍTULO 3 - ESTADO NUTRICIONAL DE GOIABEIRAS 'PALUMA' SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

RESUMO - A adequada adubação mineral de pomares de goiaba, sob manejo intensivo, é fator preponderante na produtividade e, o acompanhamento do estado nutricional das plantas contribui para a eficiência desta prática agrônômica. Objetivou-se pesquisar o efeito de diferentes doses de nitrogênio e potássio sobre o estado nutricional de goiabeiras 'Paluma'. O experimento foi conduzido em Vista Alegre do Alto-SP, em pomar irrigado, com 7 anos de idade, manejado com podas de frutificação, durante quatro ciclos de produção consecutivos. O solo é o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg planta⁻¹ de N) e quatro de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O). Utilizou-se uréia e cloreto de potássio, parcelados em quatro aplicações iguais. A adubação foi complementada com o superfosfato simples, o ácido bórico e o sulfato de zinco. Avaliou-se amostras constituídas de 12 pares de folhas por parcela, secas em estufa (70 °C) e analisadas para a determinação dos teores de nutrientes. A adubação nitrogenada promoveu o aumento nos teores foliares de N e Mn e o decréscimo nos teores de P e B, observados do segundo ao quarto ciclos produtivos. A adubação nitrogenada diminuiu os teores de Zn no primeiro ciclo, aumentou os teores de Ca e Mg, respectivamente no segundo e terceiro ciclo. Com exceção do primeiro ciclo produtivo, os teores foliares de K e Mn aumentaram em função da adubação potássica, enquanto que os teores de Mg no segundo e quarto ciclo diminuíram em função dessa adubação.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*; análise foliar; macronutrientes; micronutrientes

ABSTRACT - Proper mineral fertilization of guava orchards under intensive management, is a major factor in productivity. Monitoring the nutritional status of plants contributes to the efficiency of that agronomic practice. The aim of this study was to investigate different doses of nitrogen and potassium in the nutritional status of guava 'Paluma'. The experiment was conducted at Vista Alegre do Alto, São Paulo, in an 7 years irrigated orchard, managed with fruiting pruning during four consecutive growing seasons. The soil is dystrophic Ultisol. The experimental design was randomized blocks, in factorial, with four nitrogen doses (0, 0.5, 1 and 2 kg N plant⁻¹) and four of potassium (0, 0.55, 1.1 and 2.2 kg K₂O plant⁻¹), with three replications. It was used urea and potassium chloride, split into four equal applications. The fertilization was supplemented with superphosphate, boric acid and zinc sulphate. It was evaluated samples consisting of 12 pairs of leaves per plot, which were oven dried (70 °C) and analyzed to determine the amounts of nutrients. Nitrogen fertilization promoted increased levels of leaf N and Mn and the decrease in

the levels of P and B, and these effects were observed in the second, third and fourth production cycle. Nitrogen fertilization decreased the levels of Zn in the first cycle, increased levels of Ca and Mg, respectively, the second and third cycle. Except for the first production cycle, foliar concentrations of K and Mn increased with increasing potassium fertilization, whereas the levels of Mg, in the second and fourth cycle, decreased as a function of fertilization.

Keywords: *Psidium guajava*, leaf analysis, macronutrients, micronutrients

3.1. INTRODUÇÃO

A goiabeira Paluma é uma cultivar muito produtiva e representa a maior parte dos pomares brasileiros da fruta (PEREIRA, 2008). Na última década, o manejo das áreas de plantio de goiabeiras foi modificado, evoluindo bastante e, atualmente, essa frutífera é conduzida com podas mais intensas e irrigações, o que têm permitido, em função das épocas do ano, ciclos de colheita de frutos a cada oito meses (ROZANE et al., 2009). Essas técnicas de manejo, aliadas à adequada nutrição das plantas, desde a calagem até as adubações, constituem pontos-chave para alcançar as altas produtividades desta cultivar.

Diversos trabalhos mostraram o efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade da goiabeira (NATALE; BOARETTO; PEREIRA, 1994; NATALE et al., 1995; TERAN et al., 1996; MACIEL; DANTAS NETO; FERNANDES, 2007; CARDOSO et al., 2011). A adubação nitrogenada influencia os teores foliares de N e Mn (NATALE, 1993; NATALE et al., 1995; CAVALCANTE et al., 2008), podendo alterar também os teores de P (NATALE, 1993; CAVALCANTE et al., 2008), S (NATALE, 1993), bem como de K, Ca e Mg (CAVALCANTE et al., 2008).

Por outro lado, algumas pesquisas têm indicado que a adubação potássica não influencia a produtividade da goiabeira (TERAN et al., 1996; IDE; MARTELLETO, 1997). Trabalhos de Natale et al. (1996 c), com goiabeiras 'Paluma', e Natale, Boaretto, e Pereira (1996a), com a cultivar Rica, apresentaram efeito positivo na produtividade apenas na terceira safra avaliada. Em contrapartida, com a adubação potássica aumentaram os teores foliares de K das goiabeiras (NATALE;

BOARETTO, PEREIRA, 1996a; NATALE et al., 1996c), com efeitos indiretos sobre os teores de Mg e S (NATALE, 1993).

As sugestões de teores adequados de nutrientes em folhas de goiabeira são divergentes entre os trabalhos da literatura, possivelmente em função das diferentes condições das pesquisas. Entre alguns deles, podem ser citados o de Natale et al. (1996b), específicos para as cultivares Paluma e Rica, o de Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) para o estado de São Paulo, bem como as indicações de Oliveira (2004) para as condições do Cerrado. As maiores variações nos teores foliares de nutrientes relatados por esses autores são as de N e Ca, entre os macronutrientes, e de Fe e Mn, nos micronutrientes.

Nos trabalhos de Natale et al. (1996b) e Chetri, Sanyal e Kar (1999) verificam-se diferenças nos teores foliares de nutrientes em função da cultivar e da fase fenológica da goiabeira para a coleta das folhas. A definição da posição da folha no ramo é outro fator importante (NATALE et al., 1996b). Em geral, os teores de N, P e K diminuem com o aumento da idade da folha da goiabeira, enquanto que os teores de Ca e Mg aumentam (KUMAR; PANDEY, 1979). Com goiabeiras 'Paluma' adequadamente adubadas, Maia et al. (2007) observaram teores foliares de N entre 20 e 25 g kg⁻¹ em 9 fases fenológicas, desde a brotação até o início de maturação dos frutos. Apenas durante a fase de colheita, os teores foliares de N baixaram para 15,3 g kg⁻¹. Natale et al. (1996b) sugerem a coleta do terceiro par de folhas na fase de pleno florescimento, enquanto Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) e Oliveira (2004) sugerem, também o terceiro par de folhas, porém, em ramos com frutos terminais e ramos em início de frutificação, respectivamente. Por outro lado, a direção cardeal do ramo e a altura do ramo na copa da goiabeira não influenciaram os teores foliares dos nutrientes (CHETRI; SANYAL; KAR, 1999). Apesar de não haver informação na literatura para goiabeiras, para fruteiras de clima temperado, Sanches et al. (1995) relatam que a poda gera ramos vigorosos, que normalmente possuem maiores teores foliares de N do que árvores não podadas que receberam o mesmo fornecimento de nitrogênio.

Exemplificando para o nitrogênio, Natale et al. (1996b) sugerem as faixas de teores foliares de 22 a 26 g kg⁻¹ para a 'Rica' e 20 a 23 g kg⁻¹ para a 'Paluma',

enquanto Quaggio, Rajj e Piza Jr. (1997) e Oliveira (2004) sugerem a faixa adequada de N foliar para goiabeiras, sem indicar a cultivar, de 13 a 16 g kg⁻¹.

A adequada adubação mineral da goiabeira é fator preponderante na produtividade dos pomares e, o acompanhamento do estado nutricional das plantas contribui para melhorar a eficiência desta prática agrônômica. Ainda são poucas as pesquisas sobre adubação e nutrição em pomares manejados intensivamente. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar o estado nutricional de goiabeiras 'Paluma', submetidas à uma combinação de adubação nitrogenada e potássica, manejadas intensivamente para a produção de frutos destinados à indústria.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar irrigado de goiabeiras 'Paluma' com 7 anos de idade, espaçadas de 7 x 5 metros, manejado com podas de frutificação, pertencente à Indústria de Polpas e Conservas VAL Ltda., em Vista Alegre do Alto-SP. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical com inverno curto, moderado e seco, verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações climáticas distintas.

O solo é o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). O solo do pomar experimental foi corrigido noventa dias antes da instalação do experimento, sendo realizada a calagem conforme as recomendações de Natale et al. (1996b). Foram aplicadas 2 t ha⁻¹ de calcário em área total, na superfície e sem incorporação. O calcário continha 32% de CaO, 18% de MgO e PRNT de 90,5%. Antes da aplicação dos tratamentos, foram coletadas 18 subamostras de terra para compor a amostra analisada para fins de fertilidade do solo (RAIJ et al., 2001), tanto na projeção da copa das plantas (a 1,75 m do tronco) quanto na entrelinha do pomar (centro da rua), nas camadas de 0-0,2 e de 0,2-0,4 m. Os resultados das análises químicas estão apresentados na Tabela 1, sendo considerados como os valores iniciais de fertilidade do solo, após a calagem e antes de aplicar os tratamentos.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, na faixa adubada (linha) e na entrelinha das plantas, antes da instalação do experimento

Amostra	pH*	M.O.	P**	K	Ca	Mg	H+Al	SB
Linha		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				
0,0-0,2 m	5,9	11	19	2,2	29	14	12	45,2
0,2-0,4 m	5,4	9	7	2,0	22	9	16	33,0
Entrelinha								
0,0-0,2 m	6,0	12	13	2,9	29	15	11	46,9
0,2-0,4 m	5,7	9	7	2,7	24	9	13	35,7
	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-so₄⁻²
Linha	mmol _c dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----					
0,0-0,2 m	57,2	79	0,17	11,9	13	11,9	0,4	2
0,2-0,4 m	49,0	67	0,16	4,4	12	11,2	0,3	3
Entrelinha								
0,0-0,2 m	57,9	81	0,34	14,7	12	12,6	0,4	3
0,2-0,4 m	48,7	73	0,16	4,0	10	10,6	0,3	4

*pH (CaCl₂); **P (resina)

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro doses de Nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg planta⁻¹ de N) e quatro doses de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O), com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco plantas, sendo as três goiabeiras centrais consideradas úteis para as avaliações.

As fontes de adubos foram a uréia (45% N) e o cloreto de potássio (60% K₂O). O experimento foi conduzido por três ciclos de produção consecutivos e completos, sendo considerado como ciclo o período entre a poda e o final da colheita. Apresentaram-se, também, dados do início do quarto ciclo, compreendido da poda até a coleta de folhas, para fins de avaliações do estado nutricional. O primeiro ciclo foi de fevereiro até novembro de 2009, perfazendo um total de 268 dias. O segundo, de dezembro de 2009 até agosto de 2010, com 253 dias. O terceiro ciclo de produção foi de setembro de 2010 até abril de 2011, com 238 dias. A poda do quarto ciclo foi realizada no dia 10 de junho de 2011.

As podas foram drásticas, consistindo da eliminação de ramos superiores e/ou inferiores mais grossos, além do encurtamento dos ramos mais finos. O material resultante da poda foi depositado na entrelinha do pomar e triturado.

Os fertilizantes foram distribuídos equitativamente na superfície do solo, ao redor de cada planta, na faixa entre 1,5 a 2,0 metros a partir do tronco, ou seja, com largura de 0,5 m de distribuição na projeção da copa. As doses foram parceladas três vezes no primeiro ciclo, a cada 30 dias, e em quatro vezes nos outros ciclos, a cada 25 dias, iniciando na fase de pré-florescimento.

As doses de fósforo foram estabelecidas conforme as concentrações de P no solo e a produtividade média do pomar, seguindo as recomendações de Natale et al. (1996b). A fonte de P foi o superfosfato simples granulado (18% P_2O_5), aplicado uma única vez a cada ciclo de produção, juntamente com o primeiro parcelamento dos adubos N-K. As doses aplicadas por planta foram de 150 g de P_2O_5 no primeiro ciclo e 100 g de P_2O_5 em cada um dos outros três ciclos.

As adubações com zinco e boro foram realizadas via solo, juntamente com as pulverizações de herbicidas. As doses utilizadas no primeiro ciclo de produção foram de 1 kg ha^{-1} de B e 2 kg ha^{-1} de Zn; no segundo ciclo utilizou-se 2 kg ha^{-1} de B e 1 kg ha^{-1} de Zn; e, no terceiro ciclo 1 kg ha^{-1} de B e 1 kg ha^{-1} de Zn. As fontes de boro e zinco foram, respectivamente, o ácido bórico (17% B) e o sulfato de zinco (20% Zn).

Quando necessário, as plantas foram irrigadas. O sistema de irrigação foi por microaspersão, com um microaspersor (tipo bailarina) por goiabeira, com raio de ação de 2,4 m e vazão de 36 litros por hora. A irrigação foi monitorada por tensiometria, na camada de 0,0 – 0,2 m (60% capacidade de campo), sendo a água proveniente de poço semi-artesiano.

Foram coletados, por parcela, 12 pares de folhas com pecíolo, recém-maduras, posicionadas no terceiro par a partir da extremidade do ramo, no período de pleno florescimento (NATALE et al., 1996b). As amostras foram lavadas e secas em estufa a 60-70°C, e analisadas para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (BATAGLIA et al., 1983).

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F e, quando significativos, realizou-se a análise de regressão polinomial, conforme descrito por Pimentel-Gomes (2009). Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, foram observados efeitos significativos da adubação nitrogenada sobre os teores foliares de N, P, Ca, Mg, S, B, Mn e Zn, bem como efeitos da adubação potássica sobre os teores de K, Mg e Mn. A interação N x K não foi significativa para os teores foliares dos nutrientes em qualquer dos ciclos.

As Tabelas 16 a 19 (Apêndices) apresentam os teores foliares de nutrientes, em função das doses de N e K₂O, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para os quatro ciclos produtivos analisados.

3.3.1. Adubação nitrogenada

Com exceção do primeiro ciclo produtivo, a adubação nitrogenada influenciou os teores foliares de N, com aumento linear do elemento no segundo e quarto ciclo produtivo, enquanto que para o terceiro ciclo, no estudo de regressão a equação quadrática foi a que melhor se ajustou aos dados (Figura 1 a). O teor foliar médio de N no primeiro ciclo foi de 16,7 g kg⁻¹.

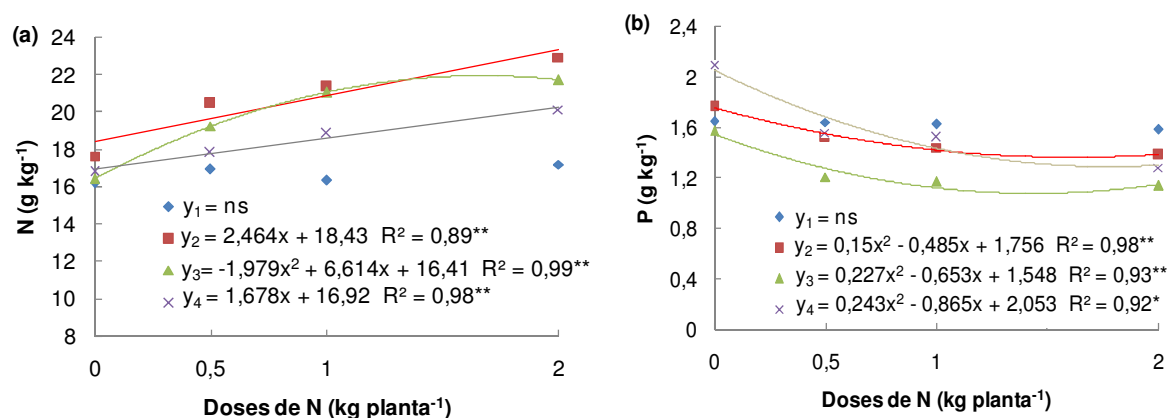


Figura 1. Teores de N (a) e P (b) em folhas de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada. y_1 , y_2 , y_3 e y_4 representam as equações para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos de produção, respectivamente.

Além do nitrogênio, os teores foliares dos outros nutrientes, no primeiro ciclo de produção, não diferiram em função dos tratamentos, com exceção do Zn. As diferenças não foram observadas provavelmente devido à proximidade entre a

primeira aplicação dos adubos e a coleta de folhas, que foi de apenas 12 dias. Desta forma, não houve tempo suficiente para que ocorressem alterações nos parâmetros químicos do solo em função das adubações (Capítulo 2) e, conseqüentemente, promovessem diferenças significativas na absorção dos nutrientes pelas plantas e nos teores foliares.

Em pesquisa com goiabeiras 'Paluma' jovens, em pomar não irrigado, durante três safras, observou-se aumento nos teores foliares de N em função da adubação nitrogenada no segundo e terceiro anos, variando, respectivamente de 17 a 20 e 18 a 23 g kg⁻¹ (NATALE et al., 1995). Efeito semelhante foi observado para a cultivar Rica (NATALE, 1993). Cavalcante et al. (2008), trabalhando com pomar fertirrigado de goiabeiras 'Paluma' recém-plantadas, verificaram aumentos lineares nos teores foliares de N em função do incremento na adubação com sulfato de amônio; os valores estimados, em função da equação, variaram de 14,8 a 22,3 g kg⁻¹. Por outro lado, Cardoso et al. (2010), avaliando 16 combinações de adubo NPK em goiabeiras 'Paluma' jovens, com as doses de N variando de 0,042 a 0,793 kg planta⁻¹, não encontraram diferenças nos teores foliares de N, que variaram de 17,7 a 21,7 g kg⁻¹.

As doses de N indicadas para alcançar a PR 95% (Produção relativa) e PM (Produção máxima) foram, respectivamente, 0,87 e 1,37 kg planta⁻¹ para o segundo ciclo e, 0,85 e 1,28 kg planta⁻¹ para o terceiro ciclo produtivo (Capítulo 4). Nestas doses, as faixas de teores foliares de N seriam, respectivamente, 20,6 a 21,8 g kg⁻¹ e 20,6 a 21,6 g kg⁻¹. Esses teores estão dentro da faixa sugerida por Natale et al. (1996b) para a cultivar Paluma que é de 20 a 23 g kg⁻¹; porém, são superiores aos teores foliares, de 13 a 16 g kg⁻¹, indicados para goiabeiras por Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) e Oliveira (2004).

As parcelas testemunha (zero de N) tiveram reduções de produtividade de 24, 38 e 43%, respectivamente, no primeiro, segundo e terceiro ciclos, enquanto os teores foliares de N foram 16,1, 17,6 e 16,4 g kg⁻¹, para cada um dos anos. Esses teores são considerados deficientes segundo Natale et. al. (1996b), porém, estariam na faixa adequada de acordo com Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) e Oliveira (2004). Por outro lado, o uso das doses mais elevadas (2,0 kg planta⁻¹ de N) proporcionaram teores foliares de 22,9, 21,7 e 20,1 g kg⁻¹, respectivamente, no segundo, terceiro e quarto ciclos. Pode-se inferir, portanto, que não houve consumo de luxo de

nitrogênio, de acordo com as indicações de Natale et al. (1996b) para a cultivar Paluma.

A adubação nitrogenada promoveu diminuição nos teores foliares de P, representadas por equações quadráticas (Figura 1b), com exceção do primeiro ciclo produtivo. Todas as parcelas experimentais receberam a mesma adubação fosfatada e, as concentrações de P do solo não sofreram influência do fertilizante nitrogenado, mantendo concentrações no solo consideradas altas (RAIJ et al., 1997) durante o período experimental (Capítulo 2). Natale et al. (2001) verificaram que as adubações com fósforo não promoveram modificações nos teores de P das folhas de goiabeiras 'Paluma'. Portanto, à priori, os teores foliares de P não estão diretamente ligados às concentrações de P no solo, mas sim a um efeito da adubação nitrogenada, conforme indicado na figura 1b.

Com a cultivar 'Rica', durante três safras, Natale (1993) constatou, apenas no segundo ano, decréscimos no teor foliar de P em função do aumento das doses de N. Isso pode estar relacionado à maior absorção de nitrogênio em relação ao fósforo, devido à maior disponibilidade de nitrogênio em relação ao fósforo. Outra explicação pode ser a do efeito de diluição (ANDRADE et al., 2000), provocado pelo crescimento mais rápido dos ramos das plantas adubadas com maiores doses de N.

Com as doses indicadas de N (Capítulo 4), os teores foliares de P ficaram nas faixas de 1,5-1,4 e 1,2-1,1 g kg⁻¹, respectivamente para o segundo e terceiro ciclos produtivo. Os teores de P no segundo ciclo, bem como o teor foliar médio de fósforo no primeiro ciclo (1,6 g kg⁻¹), estão dentro da faixa de valores considerados adequados (1,4 a 1,8 g de P kg⁻¹), sugerida por Natale et al. (1996b) para a cultivar 'Paluma' e, também, da faixa de 1,4 a 1,6 g kg⁻¹ sugerida por Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) e Oliveira (2004) para goiabeiras. Por outro lado, os teores no terceiro ciclo produtivo se apresentaram inferiores a estas faixas.

Com relação ao cálcio houve influência da adubação nitrogenada no terceiro ciclo, ocorrendo incremento de Ca em função das doses de N, sendo a variação de 6,0 a 6,9 g kg⁻¹ (Figura 2a). Em contraste, a análise de solo ao final do segundo ciclo produtivo, revelou valores de Ca que diminuíram em função do aumento das doses de N, de 25 a 15 mmol_c dm⁻³ na camada de 0,0-0,2 m e de 11 a 7 mmol_c dm⁻³ na camada de 0,2-0,4 m (Capítulo 2).

Natale (1993) trabalhando em pomares jovens de goiabeiras 'Paluma' e 'Rica', durante três safras, não verificou influência da adubação nitrogenada nos teores foliares de Ca, sendo observados valores entre 7,9 e 9,9 g kg⁻¹ para a 'Paluma' e de 12,6 a 16,2 g kg⁻¹ para a 'Rica'. Por outro lado, Cavalcante et al. (2008), aplicando via irrigação, doses semanais de 0 até 5 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, observaram aumento nos teores foliares de Ca da goiabeira 'Paluma' até a dose de 2,5 kg ha⁻¹ semana⁻¹, com posterior decréscimo, variando de 8,7 a 11,7 g kg⁻¹.

Os teores médios de Ca no primeiro e segundo ciclos foram, respectivamente, 9,5 e 7,9 g kg⁻¹, estando, portanto, dentro da faixa adequada para 'Paluma' que é de 7 a 11 g kg⁻¹ (NATALE et al, 1996b); entretanto, os teores de Ca no terceiro ciclo, bem como o teor médio no quarto ciclo (6,9 g kg⁻¹), estão abaixo do adequado. Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) e Oliveira (2004) sugerem como adequados, teores de Ca ainda mais altos, de 9 a 15 g kg⁻¹, porém, recomendam a coleta de folhas em fases posteriores a do florescimento. Vale ressaltar que as concentrações de Ca no solo se mantiveram com valores altos, segundo Raij. et al. (1997), durante o período experimental, apesar do decréscimo em função da adubação nitrogenada (Capítulo 2).

No trabalho de Souza (2011), em condições semelhantes de clima e solo ao presente experimento, utilizando, porém, doses de subproduto do processamento de goiabas como adubo orgânico, pode-se notar teores foliares de Ca variando de 7 a 13 g kg⁻¹, com oscilações médias de 9 a 10 g kg⁻¹, observados durante seis ciclos produtivos.

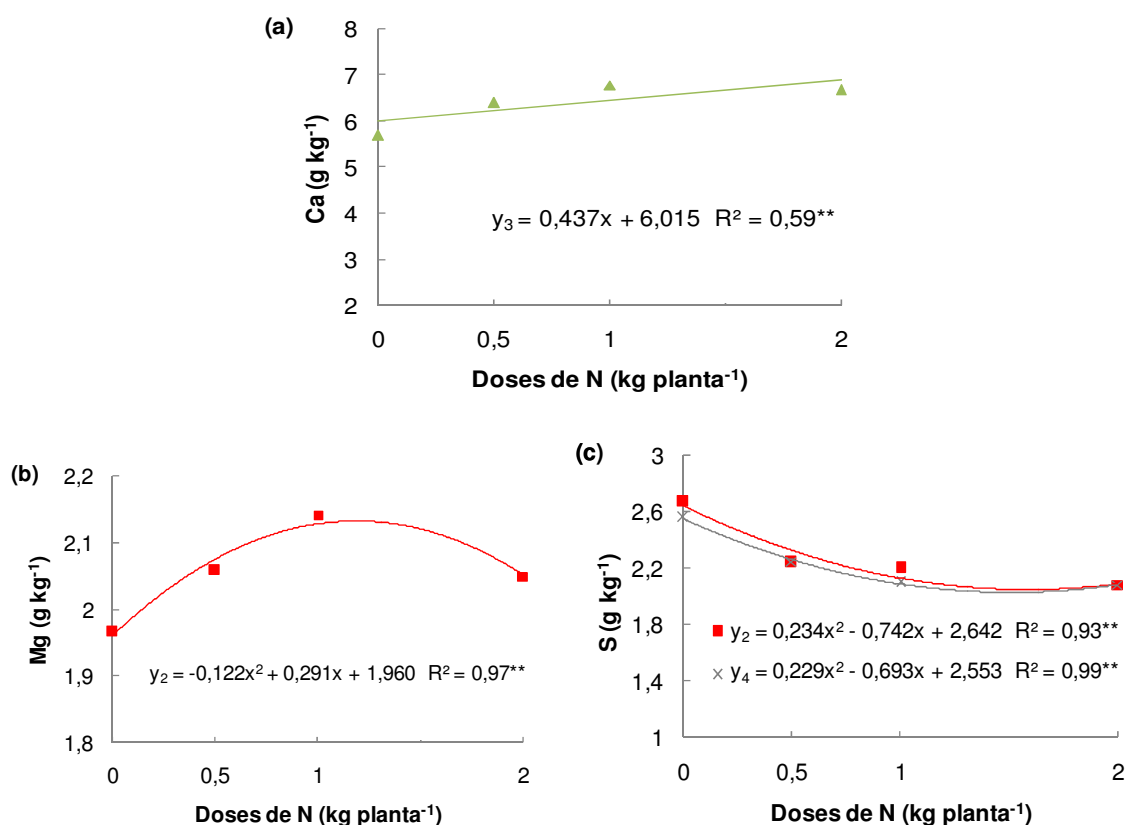


Figura 2. Teores de Ca (a), Mg (b) e S (c) em folhas de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada das plantas. y_1 , y_2 , y_3 e y_4 representam as equações para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclo de produção, respectivamente.

Os teores foliares de Mg foram influenciados pela adubação nitrogenada apenas no segundo ciclo. Observou-se aumento do teor foliar do nutriente até a dose estimada de 1,2 kg planta⁻¹ de N, com posterior decréscimo; os teores nas folhas variaram de 1,96 a 2,13 g kg⁻¹ (Figura 2b). Em contrapartida, as concentrações de Mg no solo diminuíram em função das adubações nitrogenadas e, na avaliação realizada no final do primeiro ciclo (início do segundo ciclo), os valores estiveram na faixa de 11 a 8 mmol_c dm⁻³ na camada de 0,0-0,2m e, de 6 a 4 mmol_c dm⁻³ na camada de 0,2-0,4m (Capítulo 2), considerados, respectivamente, valores alto e médio (RAIJ et al., 1997).

Em três safras avaliadas em goiabeiras cultivar Rica, Natale (1993) verificou apenas na terceira safra decréscimos nos teores foliares de Mg, em função da adubação nitrogenada. Este efeito não foi observado para a cultivar Paluma, que apresentou teores foliares de Mg variando de 3,4 a 4,2 g kg⁻¹ (NATALE et al., 1995).

Cavalcante et al. (2008) também observaram decréscimo dos teores foliares de Mg em função da adubação sulfato-nitrogenada, com variação de 3,9 a 3,4 g kg⁻¹. Ressalta-se, porém, que estas pesquisas foram conduzidas com plantas jovens. Por outro lado, Souza (2011), trabalhando com goiabeiras a partir de cinco anos de idade, durante seis safras, verificou variações médias nos teores foliares de Mg de 2,2 a 2,6 g kg⁻¹, com os extremos de 1,7 até 3,5 g kg⁻¹.

Os teores foliares médios de magnésio no primeiro, terceiro e quarto ciclos produtivos foram, respectivamente, 2,12, 1,99 e 2,14 g kg⁻¹. Assim, os teores foliares de Mg variaram pouco nas quatro amostragens realizadas, enquanto que as concentrações de Mg no solo diminuíram, passando de valores iniciais altos para valores médios (superfície) e baixos (subsuperfície), conforme Capítulo 2.

Em todos os ciclos, os teores de Mg estão inferiores à faixa adequada para 'Paluma', de 3,4 a 4,0 g kg⁻¹ (NATALE et al., 1996b) ou 2,4 a 4,0 g kg⁻¹ (QUAGGIO; RAIJ; PIZA JR., 1997; OLIVEIRA, 2004) e se encontram inferiores aos encontrados nos trabalhos de Natale et al. (1995), Cavalcante et al. (2008) e Souza (2011).

Os teores de S das folhas coletadas no segundo e quarto ciclo diminuíram em função da adubação com N variando, respectivamente, de 2,64 a 2,09 g kg⁻¹ e de 2,55 a 2,08 g kg⁻¹ (Figura 2c). No primeiro e terceiro ciclos não ocorreu este efeito do N, e as folhas apresentaram teores médios de S de 2,34 e 2,17 g kg⁻¹, respectivamente. Com as doses indicadas de nitrogênio (Capítulo 4), os teores foliares de S no segundo ciclo foram de 2,17-2,06 g kg⁻¹, abaixo do considerado adequado para a cultivar, que é de 2,5-3,5 g kg⁻¹ (NATALE et al., 1996b). Assim como para os teores de Mg, os valores de S também estão abaixo dos descritos nos trabalhos de Natale et al. (1995) e Cavalcante et al. (2008), que não encontraram influência da adubação nitrogenada sobre os teores foliares de enxofre.

Entre os micronutrientes, o B e o Mn sofreram efeitos significativos do fertilizante nitrogenado, os quais se repetiram no decorrer dos ciclos produtivos, com exceção do primeiro. Apesar de a adubação nitrogenada ter aumentado as concentrações de B no solo (Capítulo 2), os teores foliares do nutriente diminuíram em função dessa adubação (Figura 3a). Em contraste, Cavalcante et al. (2008) não observaram, em goiabeiras 'Paluma', efeito da adubação nitrogenada sobre os teores foliares de B.

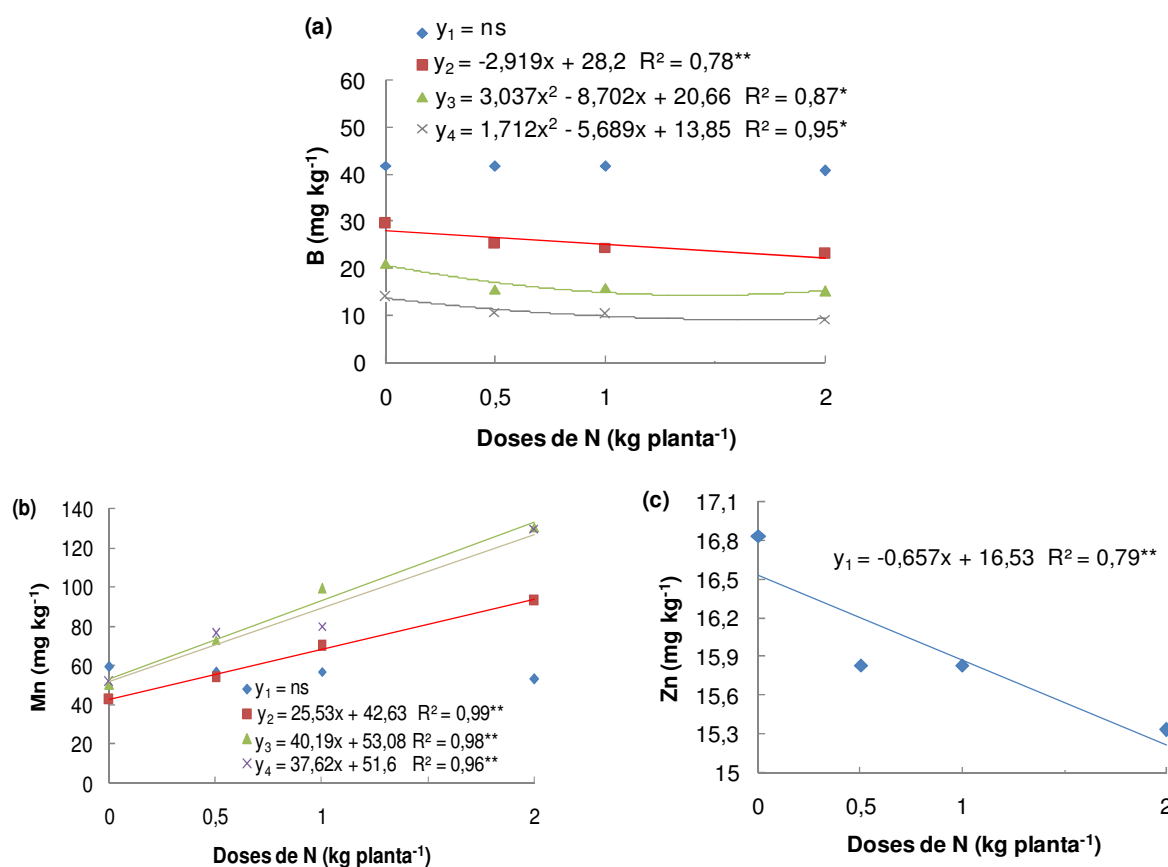


Figura 3. Teores de B (a), Mn (b) e Zn (c) em folhas de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada. y_1 , y_2 , y_3 e y_4 representam as equações para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclo de produção, respectivamente.

O teor foliar médio de B no primeiro ciclo foi de 42 mg kg⁻¹. Aplicando as doses indicadas de N (Capítulo 4), os teores foliares no segundo ciclo foram de 26 a 24 mg kg⁻¹, portanto, próximos a faixa de teores considerados adequados de 20 a 25 mg kg⁻¹ (NATALE et al., 1996b). Para o terceiro ciclo os teores foram de 15 a 14 mg kg⁻¹, abaixo do adequado, sendo que os teores do quarto ciclo se apresentaram ainda mais baixos, conforme verificado na figura 3a. Vale ressaltar que as concentrações de B no solo estavam inicialmente baixas (RAIJ et al., 1997) e se mantiveram assim, apesar das adubações realizadas com ácido bórico nos três ciclos de produção (Capítulo 2).

A adubação nitrogenada diminuiu o pH do solo e elevou a disponibilidade de Mn (Capítulo 2), aumentando linearmente os teores foliares do elemento (Figura 3b). Somando-se ao verificado nos trabalhos de Natale (1993) com as cultivares Rica e

Paluma, que apresentaram aumento nos teores foliares de Mn em função da adubação com N, pode-se concluir que este efeito é muito característico para a goiabeira. A planta apresenta um pronta resposta, através do estado nutricional em Mn, às mudanças de pH do solo decorrentes da adubação nitrogenada. Com as doses de N sugeridas (Capítulo 4), os teores foliares de Mn ficaram nas faixas de 65 a 78 e, de 87 a 104 mg kg⁻¹, respectivamente para o segundo e terceiro ciclos produtivos; no primeiro ciclo observou-se valores médios de 57 mg kg⁻¹. Estes teores se encontram dentro ou pouco acima da faixa sugerida como adequada por Natale et al. (1996b), que é de 40 a 80 mg kg⁻¹. Quando comparado às condições do Cerrado, esses teores estão muito abaixo da faixa de 202 a 398 mg kg⁻¹ sugerida por Oliveira (2004).

Os teores foliares de Zn diminuíram em função das doses de N apenas no primeiro ciclo (Figura 3c), apesar da coleta de folhas ter sido realizada 12 dias após o primeiro parcelamento do adubo N. Não foi observado este efeito nos demais ciclos, sendo que o solo recebeu adubos nitrogenados continuamente. NATALE (1993), Cavalcante et al. (2008) e Cardoso et al. (2010) também não observaram este efeito.

3.3.2. Adubação potássica

Exceto no primeiro ciclo produtivo, que apresentou teor foliar médio de K de 16,1 g kg⁻¹, a adubação potássica promoveu aumento linear dos teores foliares desse nutriente (Figura 4a). Resultados semelhantes foram encontrados por Natale (1993) para as cultivares Paluma e Rica em São Paulo, o que demonstra, em termos nutricionais, resposta positiva da goiabeira à adubação potássica.

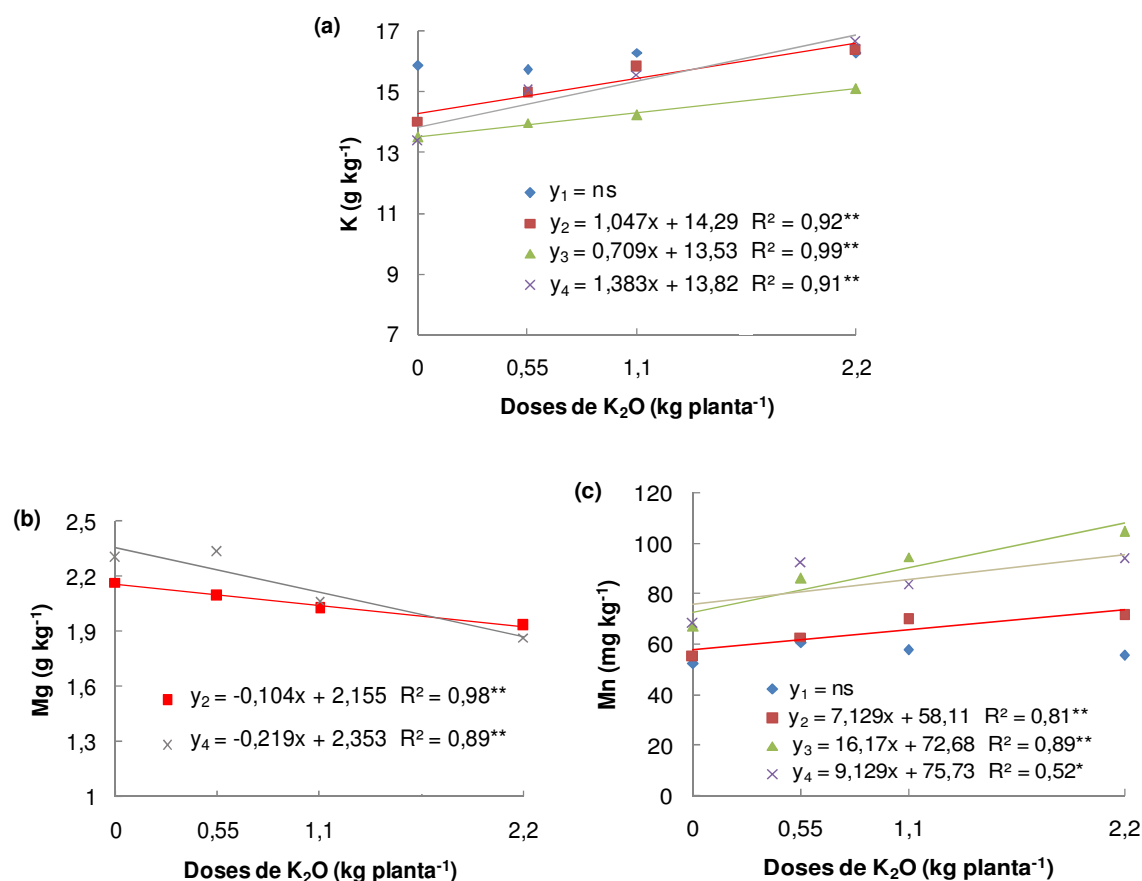


Figura 4. Teores de K (a), Mg (b) e Mn (c) em folhas de goiabeiras, em função da adubação potássica. y_1 , y_2 , y_3 e y_4 representam as equações para o primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclo de produção, respectivamente.

No capítulo 2, foram estimadas as doses de 0,0 a 0,6 kg K₂O planta⁻¹ para o segundo ciclo e de 0,21 a 0,93 kg K₂O planta⁻¹ para o terceiro, com as quais, o solo da camada de 0,0 a 0,2 m se manteve com concentrações médias de potássio trocável (RAIJ et al. 1997). Aplicando estas doses, os teores foliares de K, em g kg⁻¹, variaram de 14,3 a 14,9 e 13,7 a 14,2, respectivamente para o segundo e terceiro ciclos. Estes teores, bem como os valores do primeiro ciclo, estão dentro da faixa adequada proposta por Quaggio, Raij e Piza Jr. (1997) para São Paulo e por Oliveira (2004) para as condições do Cerrado, de 13 a 16 g kg⁻¹, e muito próximos do proposto por Natale et al. (1996b) para a cultivar Paluma, que é de 14 a 17 g kg⁻¹, também para as condições de São Paulo.

Por outro lado, nas condições do Semi-Árido do Ceará, Cardoso et al. (2010) testaram 16 combinações de NPK com a 'Paluma', sendo que as doses de K₂O variaram de 0,029 a 0,533 kg planta⁻¹. Os autores não encontraram diferenças

significativas nos teores foliares de K, que variaram de 15,5 a 20,5 g kg⁻¹, cuja média foi de 17,5 g kg⁻¹, e, portanto, superior às faixas sugeridas acima.

No presente trabalho não se observou efeito da adubação nitrogenada sobre os teores foliares de K, como o encontrado por Cavalcante et al. (2008) para as condições de Clima quente e úmido da Paraíba. Esses autores verificaram que os teores foliares de K aumentaram linearmente em função das doses de N, variando de 14,3 a 19,7 g kg⁻¹. Alguns desses valores também são superiores aos propostos, como adequado, para as condições de São Paulo (NATALE et al., 1996b; QUAGGIO; RAIJ; PIZA JR., 1997).

Desta forma, tanto os teores foliares que não diferiram do recomendado na literatura para as condições do estado de São Paulo, como a adubação potássica que não afetou a produtividade (Capítulo 3), contribuem para validar as adubações potássicas indicadas no Capítulo 1, que objetivam manter o solo com concentrações médias de K (RAIJ et al., 1997). Para manter os teores foliares de K com o mínimo de 14 g kg⁻¹ (NATALE et al., 1996b), as doses necessárias de K₂O seriam de zero, 0,66 e 0,13 kg planta⁻¹, respectivamente, no segundo, terceiro e quarto ciclos.

Os teores foliares de Mg diminuíram linearmente, em função da adubação potássica nas avaliações realizadas no segundo e quarto ciclos (Figura 4b), o que não foi verificado nos outros dois ciclos. Natale (1993), estudando três safras de pomares recém-implantados verificou, para a cultivar Paluma, diminuição dos teores foliares de Mg em função da adubação potássica apenas no segundo ano, sendo o mesmo efeito observado para a goiabeira 'Rica' no terceiro ano. Este efeito pode ser devido à absorção competitiva entre esses dois elementos, sendo que cátions como o K⁺ e o Ca⁺² competem efetivamente com Mg²⁺, diminuindo sua absorção, por exemplo, quando potássio e calcário são aplicados (MARSCHNER, 1995). Em plantas de milho, Vilela e Bull (1999) verificaram menores teores foliares de Ca e Mg nos tratamentos com maiores doses de K aplicados ao solo.

Os teores foliares de Mn aumentaram de forma linear em função da adubação potássica, com exceção do primeiro ciclo produtivo (Figura 4c), apesar desta adubação não ter influenciado as concentrações de Mn do solo (Capítulo 1). Por outro lado, Natale (1993) não observou efeito da adubação potássica sobre os teores foliares de Mn em goiabeiras.

3.4. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada promoveu aumento nos teores foliares de N e Mn e, decréscimo nos teores de P, S e B.

A adubação com potássio promoveu aumento nos teores foliares de K e Mn e, decréscimo nos teores de Mg.

A interação N x K não apresentou efeitos significativos sobre os teores foliares de nutrientes.

3.5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ V., V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1589-1595, 2000.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R., GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; AGUIAR, A. V. M. Teores de nutrientes em folhas de goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 28-31, 2010.

CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; MARACAJÁ, P. B. Produtividade da goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 149-153, 2011.

CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, G. F.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, D.; BECHMANN-CAVALCANTE, M. Z. Composição mineral de folhas de goiabeira Paluma em função da adubação sulfato-nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 3, n. 1, p. 6-12, 2008.

CHETRI, K.; SANYAL, D.; KAR, P. L. Changes in nutrient element composition of guava leaves in relation to season, cultivar, direction of shoot, and zone of leaf sampling. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 30, n. 1-2, p.121-128, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa SPI, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

IDE, C. D.; MARTELLETO, L. A. P. Response of guava (*Psidium guajava* L.) 'Paluma' to three levels of nitrogenous and potash fertilization at first production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 452, p.101-105, 1997.

KUMAR, P.; PANDEY, R. M. Sampling for mineral content in leaves of guava cultivar 'Lucknow-49'. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.11, n. 2, p.163-174, 1979. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(79\)90041-4](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(79)90041-4)>.

MACIEL, J. L.; DANTAS NETO, J. D.; FERNANDES, P. D. Resposta da goiabeira à lâmina de água e à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n. 6, p. 571-577, 2007.

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; MORAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 705-709, 2007.

MARSCHNER, M. G. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos**. 1993. 149 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NATALE, W.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. La fertilisation azotée du goyavier. **Fruits**, Montpellier, v. 49, n. 3, p. 205-210, 1994.

NATALE, W.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. Effect of potassium fertilization in 'Rica' guava (*Psidium guajava*) cultivation. **The Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi v. 66, n. 4, p. 201-207, 1996a.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996b. 22 p.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; CENTURION, J. F. Resposta da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma em formação à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p.92-96, 2001.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 7-15, 1995.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Nutrição e adubação potássica na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, p. 247-250, 1996c.

OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 245-256.

PEREIRA, F. M. Goiaba: Antecedentes, progresso e perspectivas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 9, p. 375-382.

PIMENTEL-GOMEZ, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van; PIZA JÚNIOR, C. T. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 121-153. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 8-13. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

ROZANE, E. D.; BRUGNARA, V.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para 'mesa' e/ou 'indústria'. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2. cap. 17, p. 407-428.

SANCHES, E. E.; KHEMIRA, H.; SUGAR, D.; RIGHETTI, T. Nitrogen management in orchards. In: BACON, P. E. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. cap. 9, p. 327-380.

SOUZA, H. A. **Uso agrônômico do subproduto da indústria processadora de goiabas**. 2011. 238 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

TERÁN, L.; MELÉNDEZ, I.; GARCÍA-AGUILAR, L.; ACUÑA, J. G.; URDANETA, M. Efecto de la aplicación de nitrógeno y potasio em el rendimiento del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.). **Revista de La Facultad de Agronomía (Luz)**, Maracaibo, v. 13, n. 4, p. 363-370, 1996.

VILELA, E. F.; BÜLL, L. T. Avaliação do crescimento de plantas de milho em função de doses de potássio e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 281-289, 1999.

CAPÍTULO 4 - ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABEIRAS 'PALUMA' PARA INDUSTRIALIZAÇÃO

RESUMO - A nutrição dos pomares é fator preponderante à produtividade, sendo necessário conhecer as doses adequadas de adubos e sua influência nos atributos qualitativos dos frutos para industrialização. O trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e potássio sobre a produtividade de goiabeiras e sobre os valores de pH, conteúdo de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT), além da relação polpa/miolo das goiabas. O experimento foi conduzido em Vista Alegre do Alto-SP, em pomar de goiabeiras 'Paluma' com sete anos de idade, irrigado, manejado com podas, durante três ciclos consecutivos de produção. O solo do pomar era o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio (0, 0,5, 1 e 2 kg planta⁻¹ de N) e quatro de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O), com três repetições. A adubação nitrogenada aumentou a produtividade e o pH dos frutos, sendo explicados por modelos quadráticos de regressão polinomial; diminuiu linearmente a relação polpa/miolo e, não influenciou os teores de SS e de AT. Por outro lado, a adubação potássica e a interação N x K não apresentaram efeitos significativos sobre a produtividade, bem como sobre as demais características avaliadas.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*; goiaba; nitrogênio; potássio.

ABSTRACT - The nutrition of the orchards is the major factor of productivity, being necessary to know the proper doses of fertilizers and their influence on fruit quality attributes for industrialization. This study evaluated the effects of different doses of nitrogen and potassium on the productivity of guava trees and also on the pH, soluble solids and titratable acidity and ratio pulp/kernel of the guavas. The experiment was conducted at Vista Alegre do Alto, SP in a 'Paluma' guava irrigated orchard, with 7 years, managed with pruning during three consecutive cycles of production - from pruning to harvest. The soil of the area is dystrophic Ultisol. The experimental design was randomized blocks, in factorial, with four nitrogen doses (0, 0.5, 1 and 2 kg N plant⁻¹) and four of potassium (0, 0.55, 1.1 and 2.2 kg K₂O plant⁻¹), with three replications. Nitrogen fertilization increased productivity and the pH of the fruit, being explained by the quadratic polynomial regression models; reduced linearly the ratio pulp/kernel and did not influence the soluble solids and titratable acidity. On the other hand, K fertilization and N x K interaction had no significant effect on productivity and the other characteristics evaluated.

Keywords: *Psidium guajava*, guava, nitrogen, potassium

4.1. INTRODUÇÃO

O cultivo da goiaba tem grande importância econômica no setor da agroindústria das frutas. Diversos produtos são elaborados a partir da goiaba como, por exemplo, polpa, suco e goiabada. A goiabeira 'Paluma' destaca-se como a principal cultivar destinada à industrialização e representa aproximadamente 70% da produção de goiabas destinadas à transformação industrial (PEREIRA, 2008).

No estado de São Paulo, a maioria dos pomares desta cultivar concentra-se na região de Vista Alegre do Alto, Taquaritinga e Monte Alto (LUPA, 2012), sendo manejados intensivamente, com poda drástica e de frutificação a cada oito meses, irrigados e adubados, objetivando obter altas produtividades e, conforme Natale e Prado (2006), podendo alcançar $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

O crescimento regional do cultivo da goiaba está atrelado à existência das indústrias, ao surgimento da 'Paluma' e de mudas de qualidade e, de acordo com Natale et al. (1996b), à capacidade produtiva e de resposta à adubação da cultivar. Desta forma, os pomares da região são nutridos, prioritariamente, com fertilizantes minerais.

O nitrogênio é encontrado em muitos compostos orgânicos, incluindo todos os aminoácidos e ácidos nucleicos e, a baixa disponibilidade deste nutriente no solo limita a produtividade das plantas em geral. Por outro lado, o potássio não é um constituinte integral de qualquer metabólito vegetal, sendo o maior agente osmótico catiônico celular (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Em goiabeiras o potássio, seguido do nitrogênio, são os nutrientes mais exportados pelos frutos (NATALE et al., 1994b; CARDOSO et al., 2010) e, também, nesta ordem, os mais presentes nos ramos podados (MAIA et al., 2007). De modo geral, aplicações de nitrogênio são requeridas pelas goiabeiras para o desenvolvimento vegetativo, enquanto o potássio para a qualidade do fruto (SINGH; SINGH, 2007)

O nitrogênio, por afetar o crescimento dos ramos pode interferir diretamente na produção, alterando o número e o tamanho dos frutos produzidos (DOLINSKI et al., 2005). Já o potássio, além dos estudos evidenciando seu efeito isolado na planta (CUMMINGS, 1985), é também responsável pela potencialização da resposta do

nitrogênio, sendo recomendado o aumento da dose de K quando se incrementa a quantidade de N aplicada (MALAVOLTA, 2006).

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar a produtividade e a qualidade dos frutos de um pomar de goiabeiras 'Paluma', submetido à uma combinação de adubação nitrogenada e potássica, ao longo de três ciclos sucessivos de produção.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar comercial de goiabeiras 'Paluma', com 7 anos de idade, espaçadas de 7 x 5 metros, sob sistema de irrigação por microaspersão. O pomar pertence à Indústria de Polpas e Conservas VAL Ltda., em Vista Alegre do Alto-SP. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical com inverno curto, moderado e seco, verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações climáticas distintas.

O solo é o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). O solo do pomar experimental foi corrigido noventa dias antes da instalação do experimento, sendo realizada a calagem conforme as recomendações de Natale et al. (1996b). Foram realizadas coletas de solo para determinar as propriedades químicas (RAIJ et al., 2001) tanto na projeção da copa das plantas (a 1,75 m do tronco) quanto na entrelinha do pomar (centro da rua), nas camadas de 0,0-0,2 e de 0,2-0,4 m, caracterizando o estado inicial do solo da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Propriedades químicas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, na faixa adubada (linha) e na entrelinha das plantas, antes da instalação do experimento

Amostra	pH*	M.O.	P**	K	Ca	Mg	H+Al	SB
Linha		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				
0,0-0,2 m	5,9	11	19	2,2	29	14	12	45,2
0,2-0,4 m	5,4	9	7	2,0	22	9	16	33,0
Entrelinha								
0,0-0,2 m	6,0	12	13	2,9	29	15	11	46,9
0,2-0,4 m	5,7	9	7	2,7	24	9	13	35,7
	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-so₄⁻²
Linha	mmol _c dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----					
0,0-0,2 m	57,2	79	0,17	11,9	13	11,9	0,4	2
0,2-0,4 m	49,0	67	0,16	4,4	12	11,2	0,3	3
Entrelinha								
0,0-0,2 m	57,9	81	0,34	14,7	12	12,6	0,4	3
0,2-0,4 m	48,7	73	0,16	4,0	10	10,6	0,3	4

*pH (CaCl₂); **P (resina)

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro doses de nitrogênio (0, 0,5, 1 e 2 kg N planta⁻¹) e quatro doses de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹), com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco plantas, sendo as três goiabeiras centrais consideradas úteis para as avaliações.

O experimento foi conduzido por três ciclos consecutivos de produção, sendo considerado como ciclo o período da poda até o final da colheita. O primeiro ciclo foi de fevereiro a novembro 2009 (outono/primavera), perfazendo um total de 268 dias. O segundo foi de dezembro de 2009 até agosto de 2010 (verão/inverno), com 253 dias. O terceiro ciclo de produção foi de setembro de 2010 até abril de 2011 (primavera/outono), com 238 dias.

As fontes dos nutrientes foram os adubos uréia (45 % N) e cloreto de potássio granulado (60 % K₂O). Os fertilizantes foram distribuídos equitativamente na superfície do solo, ao redor de cada planta, na faixa entre 1,5 e 2,0 metros a partir do tronco. As doses foram parceladas três vezes no primeiro ciclo, a cada 30 dias, e em quatro vezes nos outros ciclos, a cada 25 dias, iniciando na fase de pré-florescimento.

As adubações com fósforo (superfosfato simples) foram estipuladas conforme as concentrações de P no solo e a produtividade média do pomar, seguindo as recomendações de Natale et al. (1996b), aplicadas uma única vez, a cada ciclo de produção, juntamente com o primeiro parcelamento dos adubos N e K. As adubações com zinco (sulfato de zinco) e boro (ácido bórico) foram realizadas via solo, sendo realizadas juntamente com as pulverizações de herbicidas.

Quando necessário, as plantas foram irrigadas. O sistema de irrigação foi por microaspersão, com um microaspersor (tipo bailarina) por goiabeira, com raio de ação de 2,4 m e vazão de 36 litros por hora. A irrigação foi monitorada por tensiometria, na camada de 0,0 – 0,2 m (60% capacidade de campo), sendo a água proveniente de poço semi-artesiano.

O manejo do pomar, em relação ao controle das doenças, pragas e plantas daninhas foi realizado seguindo as recomendações técnicas para a produção de goiabas para indústria (PEREIRA; MARTINEZ JÚNIOR, 1986; PEREIRA, 1995). As podas foram realizadas conforme Rozane et al. (2009), eliminando-se os ramos mais grossos das plantas, permitindo que suas copas ficassem com a forma de taça aberta. Os ramos mais finos foram encurtados, deixando-se, em média, de 2 a 5 gemas. Todo o material foi colocado nas entrelinhas do pomar e triturado.

No período de colheita foram pesados todos os frutos de cada parcela para a avaliação da produção. Uma amostra de 20 frutos por parcela foi coletada, sendo processadas vinte metades dessas goiabas em um liquidificador e avaliado o teor de sólidos solúveis por refratometria, de acidez por titulometria e pH utilizando-se um potenciômetro, seguindo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os períodos de colheita foram de setembro a novembro de 2009, junho a agosto de 2010 e março a abril de 2011, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F e, quando significativos, realizou-se a análise de regressão polinomial, conforme descrito por Pimentel-Gomes (2009). Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1, 2 e 3 (Apêndices) apresentam, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclo, os valores médios de produção, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, peso médio e relação polpa/miolo de frutos de goiabeira em função das doses de N e K₂O, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância.

4.3.1. Produtividade do pomar

A produção de frutos das goiabeiras foi influenciada pela adubação nitrogenada. Este efeito foi observado nos três ciclos produtivos. Na Figura 1a estão apresentadas as equações que representam estas produções, em função das doses de nitrogênio aplicadas, sendo o modelo quadrático o que melhor se ajustou aos dados dos três ciclos. Por outro lado, a adubação potássica, bem como a interação N x K não apresentaram efeitos significativos sobre a produção de goiabas.

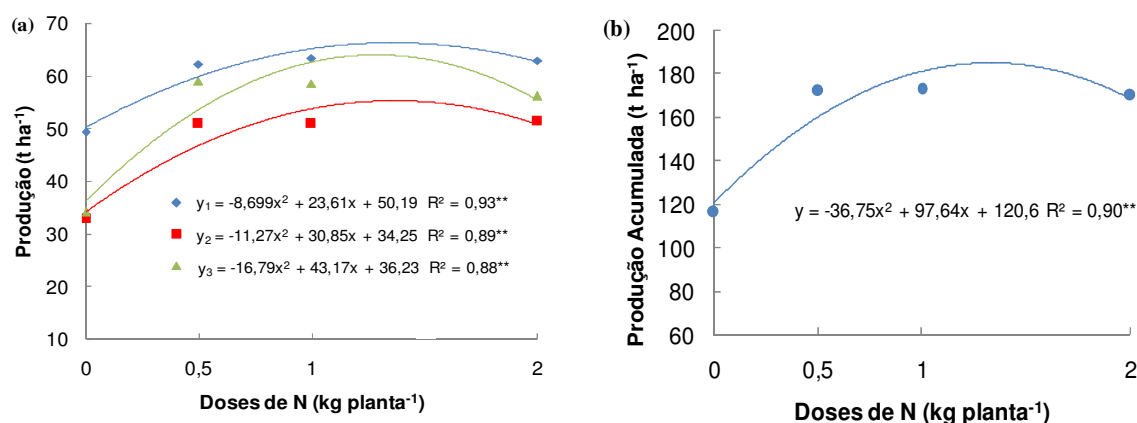


Figura 1. Efeito da aplicação de doses de N sobre a produção por ciclo (a) e a produção acumulada (b) de frutos em pomar de goiabeiras. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente

Diversos trabalhos mostram o aumento da produtividade da goiabeira em função de doses crescentes de nitrogênio (NATALE; BOARETTO; PEREIRA, 1994a; TERÁN et al., 1996; KUMAR; TIWARI; KUMAR, 2008; CARDOSO et al., 2011),

confirmando a relação direta do nitrogênio com a capacidade produtiva das plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

As doses de nitrogênio necessárias para alcançar a produtividade máxima estimada foram: 1,36; 1,37; 1,28 kg N planta⁻¹, que possibilitaram produtividades de 66,1; 55,4; 64,0 t ha⁻¹, respectivamente no primeiro, segundo e terceiro ciclos. Esses valores foram calculados através das derivadas das equações de regressão (Figura 1 a), igualadas a zero. Por outro lado, considerando uma produção relativa de 95%, as doses de nitrogênio recomendadas foram: 0,73; 0,87; 0,85 kg planta⁻¹, para alcançar produtividades de 62,8; 52,6; 60,8 t ha⁻¹, respectivamente para os três ciclos. Neste caso, a dose estimada para o primeiro ciclo foi relativamente menor do que para os dois ciclos seguintes. A ausência da adubação nitrogenada nas parcelas testemunha provocou queda gradativa de produtividade no decorrer dos anos. As diferenças de produtividade entre as parcelas com dose zero e aquelas com dose de 0,5 kg planta⁻¹ de N foram de 12,9; 18,0; 24,8 t ha⁻¹, respectivamente para cada ciclo. Este fato contribuiu para as variações das inclinações das curvas, como pode ser verificado na Figura 1a.

Outra avaliação importante que auxilia na eficiência do manejo da adubação é a análise econômica. Foi realizada, de forma simplificada, determinações de doses mais econômicas em função das combinações de preços para compra de uréia e para venda de goiaba. Durante o período de execução do experimento, os preços da uréia (45% N) variaram, em R\$ kg⁻¹, de 1,00 a 1,10. Os preços de comercialização da goiaba 'Paluma' para a indústria variaram, em R\$ kg⁻¹, de 0,25 a 0,30. Seguindo informações contidas em Raji (2011) e Natale et al. (1996a), calculou-se as doses mais econômicas em quatro combinações possíveis da relação preço do N/preço da goiaba (Tabela 2). Para tanto, realizou-se o cálculo da equação de igualdade entre o resultado da derivada da equação de regressão, descrita na figura 1a, e a relação de troca. O procedimento foi realizado para cada ciclo e para quatro relações de troca, conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Doses estimadas de nitrogênio para alcançar a máxima produtividade e a produção relativa, bem como as doses mais econômicas para a produção de goiabas 'Paluma' em pomar com manejo intensivo

Ciclo de produção	Máxima Produtividade	Produção Relativa (95%)	Dose mais econômica			
			Preço do N (R\$ kg ⁻¹)/Preço da goiaba (R\$ kg ⁻¹)			
			2,22/0,25	2,22/0,30	2,44/0,25	2,44/0,30
			-----Kg N planta ⁻¹ -----			
Primeiro	1,36	0,73	0,85	0,93	0,80	0,89
Segundo	1,37	0,87	0,97	1,04	0,94	1,01
Terceiro	1,28	0,85	1,02	1,06	0,99	1,04

Os adubos nitrogenados, normalmente, possuem preços elevados (MALAVOLTA, 2006). Apesar de muitas vezes ser difícil prever o preço futuro da fruta, a grande variação que pode ocorrer no preço da goiaba reforça a importância em se considerar o cálculo da dose mais econômica. Pode-se verificar na tabela 2 que as doses mais econômicas podem variar até 16% em função das flutuações de preço da uréia e da goiaba, como ocorrido para o primeiro ciclo produtivo que variou de 0,80 até 0,93 kg N planta⁻¹.

Em pomar jovem de goiabeira 'Rica', Natale et al. (1996a) encontraram as doses mais econômicas de nitrogênio de 0,46 e 0,70 kg planta⁻¹, respectivamente para a segunda e terceira colheitas do pomar, manejado no sistema de sequeiro, alcançando produtividades elevadas de 29 e 51 t ha⁻¹, respectivamente. Estas doses foram próximas às doses de máxima eficiência técnica, que foram, respectivamente, 0,48 e 0,71 kg planta⁻¹. Cardoso et al. (2011), em pomar jovem de 'Paluma', manejados com irrigação, encontraram a dose mais econômica de 0,54 kg planta⁻¹ e a dose física econômica de 0,63 kg planta⁻¹, para produtividades máximas em torno de 13 t ha⁻¹. Maciel, Dantas Neto e Fernandes (2007), em pomar de 'Paluma' com 4 anos, encontraram a produtividade máxima econômica estimada de 35,6 t ha⁻¹ com a combinação da irrigação de 1.721 mm de lâmina de água com a dose de N de 0,5 kg planta⁻¹, enquanto a produtividade máxima foi de 43,6 t ha⁻¹ com a lâmina de 1.785 mm e dose de N de 0,6 kg planta⁻¹.

As doses estimadas para alcançar a produção relativa (95%), que variaram de 0,73 a 0,87 kg N planta⁻¹, em função do ciclo, são superiores à recomendada de 0,56 kg N planta⁻¹ por Santos e Quaggio (1997) para a adubação da goiabeira no estado de São Paulo e, próximas a 0,80 kg N planta⁻¹ proposta por Natale et al. (1996b),

considerando a produtividade esperada e o número de plantas por hectare. Por outro lado, as doses para alcançar a máxima produtividade são bem superiores à estas recomendações.

A figura 1b representa o efeito das doses de N sobre a produção acumulada dos três ciclos. Neste caso, a dose de nitrogênio necessária para alcançar a produtividade máxima estimada foi de $1,33 \text{ kg planta}^{-1}$, que possibilita produtividade acumulada de $185,5 \text{ t ha}^{-1}$ e produtividade média por ciclo de $61,8 \text{ t ha}^{-1}$. Para alcançar a produção relativa de 95% ($176,2 \text{ t ha}^{-1}$), a dose de N recomendada foi de $0,83 \text{ kg planta}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, com média por ciclo de $58,7 \text{ t ha}^{-1}$.

Quanto a influência da adubação potássica na produtividade de goiabeiras 'Paluma', os trabalhos encontrados na literatura são, via de regra, em pomares jovens. Natale et al. (1996c) observaram em goiabeiras 'Paluma' plantadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com concentração inicial de K muito baixa (RAIJ et al., 1997) de $0,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, que a adubação potássica foi significativa na produtividade apenas na terceira safra do pomar. Cardoso et al. (2011) não observaram efeito da adubação potássica na produtividade de goiabeiras 'Paluma' jovens. Na Venezuela, Terán et al. (1996) também não constataram efeito significativo da adubação potássica sobre a produtividade de goiabeiras com três anos. Por outro lado, Ramasamy et al. (1977), citados por Medina (1988), e Martinez Junior e Pereira (1986), verificaram aumento de produtividade de goiabeiras em função da adubação potássica.

No presente estudo não se verificou, também, efeito do K na produtividade das goiabeiras. A concentração inicial de potássio no solo, entre $2,0$ e $2,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 1), determinadas na faixa adubada e na entrelinha, respectivamente, é considerada como valor médio para os solos (RAIJ et al., 1997). As determinações no solo, realizadas após a primeira e segunda colheitas, mostraram que ocorreu diminuição das concentrações de potássio nas parcelas testemunhas, e aumento nas parcelas adubadas, sendo este acréscimo tanto maior quanto maiores as doses (Capítulo 2). O terceiro ciclo produtivo iniciou com o solo das parcelas não adubadas com potássio apresentando valores de $1,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de $0,0-0,2 \text{ m}$ e de $0,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de $0,2-0,4 \text{ m}$. Estes valores são considerados baixos, conforme classificação de Raij et al. (1997) e indicam a necessidade de pelo menos

0,5 kg planta⁻¹ de K₂O para a adubação da goiabeira Paluma, almejando-se produtividades até 60 t ha⁻¹ (NATALE et al., 1996b), enquanto pelas recomendações de Santos e Quaggio (1997) seria necessário 0,56 kg planta⁻¹ de K₂O.

O sistema de poda drástica (ROZANE et al., 2009) pode reduzir até 60% da parte aérea da planta (NATALE, 1997), sendo o material podado depositado prioritariamente na entrelinha do pomar e triturado. Em plantas jovens de 'Paluma', o fornecimento de potássio pelo material podado é de 0,232 kg planta⁻¹ (MAIA et al., 2007), podendo-se estimar o fornecimento de 77,2 kg ha⁻¹ de potássio.

Apesar de não avaliado no presente estudo, uma representativa absorção de K pelas goiabeiras pode ter ocorrido das camadas abaixo de 0,40 m. Natale et al. (1996c) verificaram altas produtividades, da ordem de 78 t ha⁻¹ (90% da produtividade máxima, estimada pela equação de regressão), associadas à concentração de potássio no solo de 0,75 mmol_c dm⁻³, considerada baixa (RAIJ et al., 1997). Os autores destacam, ainda, que uma possível explicação esteja no fato da goiabeira possuir extenso e eficiente sistema radicular, que explora um grande volume de solo.

Estes três fatores, a concentração inicial de K no solo, a ciclagem do material de poda e a capacidade de explorar amplamente o solo, aliado à possíveis características inatas da própria goiabeira que favoreçam a absorção de potássio, podem explicar as manutenções de produtividades mesmo em condições em que o K era considerado baixo no solo.

Analisando as três safras, pode-se inferir que as concentrações iniciais médias de potássio no solo (RAIJ et al., 1997) foram suficientes para a manutenção da produtividade do pomar, levando-se em conta também o aporte de K através da ciclagem promovida pelo manejo da poda drástica. A dose de 0,55 kg K₂O planta⁻¹ foi suficiente, tanto para suprir as plantas com o nutriente, como para manter as concentrações do potássio no solo, havendo enriquecimento ao longo do tempo, passando de 2,2 mmol_c dm⁻³, como verificado no início do experimento (Tabela 1), para 3,5 mmol_c dm⁻³ ao final da segunda colheita (Capítulo 1). Vale lembrar que o adubo foi aplicado na faixa de 1,5 a 2,0 metros ao redor das plantas, sendo que neste mesmo local foram realizadas as amostragens de solo. Por outro lado, com a

ausência da adubação potássica, ocorreu queda da fertilidade do solo em K (Capítulo 2), que passou de 2,2 para 1,1 mmol_c dm⁻³.

Poucos trabalhos com goiabeiras relatam a interação dos elementos nitrogênio e potássio. Ide e Martelleto (1997), estudando um fatorial 3 x 3, N x K, observaram efeitos significativos na produtividade de goiabeiras 'Paluma' jovens apenas na adubação com nitrogênio, não verificando influência do K e de sua interação com o N. Estas mesmas observações foram confirmadas no presente estudo, porém, com goiabeiras 'Paluma' adultas.

4.3.2. Número de frutos e peso médio dos frutos

O peso médio dos frutos não foi influenciado pelo nitrogênio e nem pelo potássio, bem como pela interação N x K. Estas observações ocorreram para os três ciclos produtivos analisados. Da mesma forma, Natale, Boaretto e Pereira (1994a) e Natale et al. (1995b) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre o peso médio das goiabas. Por outro lado, Natale et al. (1996c) observaram aumento do peso médio de frutos em função da adubação com K.

O número estimado de frutos, calculado a partir dos dados de produção e do peso médio dos frutos, determinados no pico de produção da safra, foi significativo em função das doses de N, aumentando em função da adubação nitrogenada. O mesmo foi observado por Natale, Boaretto e Pereira (1994a) em três safras seguidas com a cultivar 'Rica' e, também, por Natale et al. (1995b) que verificaram o efeito da adubação com N no aumento do número de frutos por planta na terceira safra avaliada. O número de frutos por planta não sofreu efeito das doses de potássio, nem da interação N x K. Vale ressaltar que os trabalhos citados foram realizados com plantas jovens, enquanto o presente estudo foi realizado com goiabeiras adultas.

A análise estatística para o número estimado de frutos mostrou efeito quadrático para os três ciclos avaliados, em função das doses de nitrogênio, conforme apresentado na figura 2.

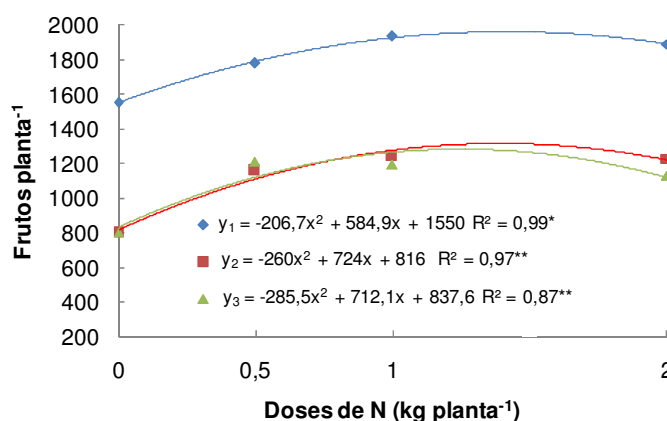


Figura 2. Efeito da aplicação de doses de N, em pomar de goiabeiras, sobre o número estimado de frutos por planta. y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

O número de frutos estimados por planta para o primeiro ciclo foi de 1554, 1781, 1936 e 1892 respectivamente para as doses de 0, 0,5, 1 e 2 kg planta⁻¹ de N, que apresentaram peso médio de $117 \pm 9,6$ g. Da mesma forma, para o segundo ciclo foram estimados 768, 1161, 1244 e 1230 frutos por planta, respectivamente para cada tratamento, com peso médio de $147 \pm 13,5$ g. No terceiro ciclo foram 804, 1212, 1197 e 1131 frutos por planta, com peso médio de $168 \pm 28,9$ g.

4.3.3. Relação polpa/miolo

A adubação nitrogenada influenciou na relação polpa/miolo nos três ciclos produtivos (Figura 3a), sendo que as equações lineares foram as que melhor se ajustaram aos dados. A adubação potássica e a interação N x K não influenciaram esta relação. A industrialização das goiabas tem por objetivo, principalmente, a produção de doces e polpas. Desta forma, maiores relações polpa/miolo são vantajosas para o rendimento industrial (PINHEIRO et al., 1984).

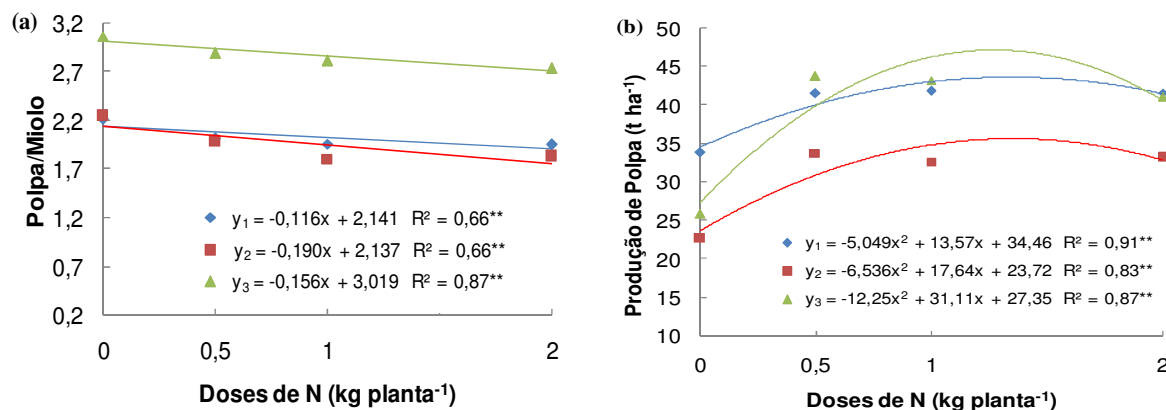


Figura 3. Efeito da aplicação de doses de N, em pomar de goiabeiras, sobre a relação polpa/miolo (em peso) dos frutos (a) e a produção estimada de polpa por hectare (b). y_1 , y_2 e y_3 representam as equações para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

Pode-se observar, através da figura 3a, decréscimos desta relação à medida que aumentaram as doses de adubo nitrogenado. A partir destas relações foram estimadas as produções de polpa em função das adubações nitrogenadas para os três ciclos, apresentadas na Figura 3b. Da mesma forma que realizado para a produção de frutos, foram estimadas as doses de nitrogênio, em kg planta⁻¹, de 0,69; 0,83 e 0,83 para alcançar as produtividades relativas (95%), em t polpa ha⁻¹, de 41,4, 33,8 e 44,7, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção. Comparado com os valores das doses estimadas para alcançar a produção relativa de frutos, que foram de 0,73; 0,87; 0,85 kg planta⁻¹, as mesmas se apresentam ligeiramente inferiores, da ordem de 5%, 5% e 2 %, respectivamente.

Os frutos do terceiro ciclo, colhidos no período de 28/02/11 até 28/04/11, apresentaram maiores relações polpa/miolo (Figura 3a). Desta forma, pode-se notar que, apesar da produção total de frutos deste ciclo ser inferior à do primeiro (Figura 1a), a produção de polpa foi mais eficiente (Figura 3b).

Esta análise reflete a importância de se avaliar a eficiência de rendimento no processamento da goiaba, a fim de validar esse conceito da relação polpa/miolo. Assim, no uso do destino industrial da fruta, pode-se pensar em definir as quantidades de N em função da produtividade de polpa. Devido a diminuição da relação polpa/miolo com o aumento de N aplicado, as doses a serem estimadas seriam um pouco mais baixas e, desta forma, mais eficientes. Contudo as indústrias

ainda não remuneram o produtor por esta relação, sendo o pagamento realizado somente pela produção.

4.3.4. Teores de sólidos solúveis, de acidez e pH dos frutos

Os teores de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix, não diferiram em função da adubação nitrogenada ou potássica, apresentando valores médios de $8,90 \pm 0,48$; $11,33 \pm 0,65$ e $9,08 \pm 0,63$, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclos. A interação entre os dois nutrientes também não foi significativa. Alguns trabalhos relatam não existir influência das adubações nitrogenada e potássica nos teores de sólidos solúveis de goiabas (NATALE et al., 1995a; LAGUADO et al., 1995).

Silva et al. (2008), estudando adubação nitrogenada e irrigação em goiabeiras 'Paluma', observaram efeito significativo entre doses de N e SS, quando utilizaram a lâmina de irrigação de 1768mm. Verificaram, também, decréscimos dos SS em função do aumento da irrigação, atingindo valores de 12,61 a 10,36 °Brix, respectivamente para a menor e maior lâmina de água. Este fato reforça a influência da água de irrigação ou da chuva nos teores de sólidos solúveis dos frutos. O maior valor médio de sólidos solúveis, de 11,33, foi alcançado no segundo ciclo, com colheita realizada no inverno, período que na região choveu apenas 3,8 mm (ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE BEBEDOURO, 2011).

A adubação nitrogenada influenciou o valor de pH dos frutos no primeiro e segundo ciclos de produção, o mesmo não ocorrendo para a adubação com potássio e a interação N x K. As equações quadráticas foram as que melhor se ajustaram para o efeito de doses de nitrogênio sobre o pH dos frutos, conforme apresentado na figura 4. O terceiro ciclo apresentou valores médios de pH de $3,80 \pm 0,08$.

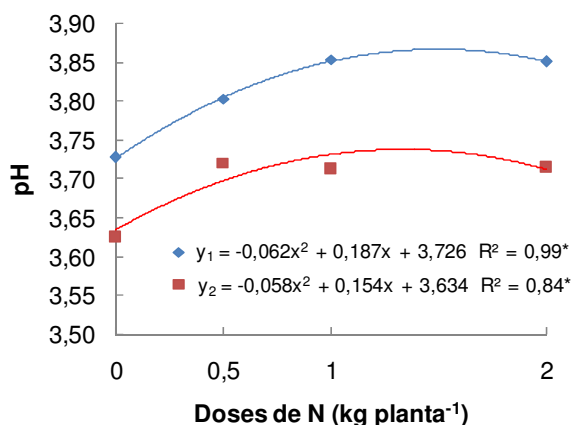


Figura 4. Efeito da aplicação de doses de N, em pomar de goiabeiras, sobre o pH dos frutos. y_1 e y_2 representam as equações para o primeiro e segundo ciclo de produção, respectivamente.

A acidez titulável (AT) do fruto, expressa em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$, também não foi influenciada pelas adubações nitrogenada ou potássica, apresentando valores médios de $0,51 \pm 0,03$; $0,55 \pm 0,05$ e $0,30 \pm 0,03$, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclo. Com exceção do valor para o terceiro ciclo, a AT dos frutos encontra-se dentro dos limites sugeridos por Pereira e Martinez Júnior (1986), de 0,35 até 0,63, para o processamento industrial.

4.4. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada promoveu aumento de produtividade do pomar de goiabeiras e do valor de pH dos frutos, diminuição da relação polpa/miolo dos frutos e não influenciou seus teores de sólidos solúveis e de acidez.

A adubação potássica e a interação N x K não apresentaram efeitos significativos na produtividade, bem como nas demais características avaliadas.

A dose média estimada de nitrogênio, para alcançar a produção relativa de 95%, foi de $0,83 \text{ kg N planta}^{-1}$.

4.5. REFERÊNCIAS

CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; AGUIAR, A. V. M. Exportação de nutrientes por frutos de goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 38-41, 2010.

CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; MARACAJÁ, P. B. Produtividade da goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 149-153, 2011.

CUMMINGS, G. A. Potassium nutrition of deciduous and small fruits. In: MUNSON, R. D. **Potassium in agriculture**, American Society of Agronomy, 1985. p. 1087-1104.

DOLINSKI, M. A.; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C. V.; CUQUEL, F. L.; SOUZA, S. R.; MAY-DE-MIO, L. L.; MONTEIRO, L. B. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'Chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 295-299, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa SPI, 2006. 306 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. p. 169-236.

ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE BEBEDOURO. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.estacaoexperimental.com.br/download.aspx>>. Acesso em: 20 out. 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

IDE, C. D.; MARTELLETO, L. A. P. Response of guava (*Psidium guajava* L.) 'Paluma' to three levels of nitrogenous and potash fertilization at first production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 452, p.101-105, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1, p. 179-188.

KUMAR, P.; TIWARI, J. P.; KUMAR, R. Effect of N, P & K on fruit, yield and fruit quality in guava cv. Pant Prabhat. **Journal of Horticultural Sciences**, Ashford, v. 3, n. 1, p. 43-47, 2008.

LAGUADO, N.; BRICEÑO, O.; ROJO, R.; MARÍN, M.; ESPARZA, D.; MORENO, L. A.; MORA, J.; FERRER, H. Efecto de la fertilización y del estado de madurez sobre

La calidad de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). **Revista de La Facultad de Agronomía (LUZ)**, Maracaibo, v. 12, n. 4, p. 437-449, 1995.

LUPA. Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo. **Dados consolidados do Estado de São Paulo: 2007/2008**. Disponível em: <
<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosestado/DadosEstaduais.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

MACIEL, J. L.; DANTAS NETO, J. D.; FERNANDES, P. D. Resposta da goiabeira à lâmina de água e à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n. 6, p. 571-577, 2007.

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; MORAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 705-709, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. p. 632 p.

MARTINEZ JÚNIOR, M.; PEREIRA, F. M. Respostas da goiabeira a diferentes quantidades de N, P e K. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986. p. 293-296.

MEDINA, J. C. Cultura da goiaba. In: MEDINA, J. C.; CASTRO, J. V.; SIGRIST, J. M.; MARTIN, Z. J.; KATO, K.; MAIA, M. L.; GARCIA, A. E. B.; LEITE, R. S. S. F. **Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1988. p. 1-120.

NATALE, W. Goiabeira: extração de nutrientes pela poda. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1997. p. 169.

NATALE, W.; PRADO, R. M. Fertirrigação em goiabeira. In: BOARETTO, A. E.; BOAS, R. L. V.; SOUZA, V. F. D. E.; VIDAL, I. R. (Org.). **Fertirrigação/fertirrigación: teoria e prática**. Piracicaba: CENA/USP, 2006. v. 1, p. 494-535.

NATALE, W.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. La fertilisation azotée du goyavier. **Fruits**, Montpellier, v. 49, n. 3, p. 205-210, 1994a.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; CORTEA, G. E. P.; FESTUCCIA, A. J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira. **Científica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 249-253, 1994b.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para goiabeira em formação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 196-198, 1996a.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996b. 22 p.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M.; MARTINS, M. C. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 6, n. 1, p. 69-75, 1995a.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 7-15, 1995b.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Nutrição e adubação potássica na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, p. 247-250, 1996c.

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p. 32-41.

PEREIRA, F. M. Goiaba: Antecedentes, progresso e perspectivas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 9, p. 375-382.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Summa, 1986. p. 86-108.

PIMENTEL-GOMEZ, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PINHEIRO, R. V. R.; MARTELETO, L. O.; SOUZA, A. W. D.; CONDÉ, A. R. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo natural e à industrialização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 31, n. 177, p. 360-387, 1984.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI. 2011. 420 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 8-13. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

ROZANE, E. D.; BRUGNARA, V.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para 'mesa' e/ou 'indústria'. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2. cap. 17, p. 407-428.

SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 143-144. (Boletim Técnico, 100).

SILVA, J. E. B.; DANTAS NETO, J.; GOMES, J. P.; MACIEL, J. L.; SILVA, M. M.; LACERDA, R. D. Avaliação do °Brix e pH de frutos da goiabeira em função de lâminas de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 43-52, 2008.

SINGH, H. P.; SINGH, G. Nutrient and water management in guava. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 735, p. 389-397, 2007.

TERÁN, L.; MELÉNDEZ, I.; GARCÍA-AGUILAR, L.; ACUÑA, J. G.; URDANETA, M. Efecto de la aplicación de nitrógeno y potasio em el rendimiento del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.). **Revista de La Facultad de Agronomía (Luz)**, Maracaibo, v. 13, n. 4, p. 363-370, 1996.

CAPÍTULO 5 - TEORES DE NUTRIENTES EM FRUTOS DE GOIABEIRAS 'PALUMA' SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

RESUMO - A adubação mineral consiste em um aporte de nutrientes via solo, visando o aumento de produtividade. Com a colheita são exportados nutrientes do pomar. Objetivou-se avaliar os efeitos da adubação N e K sobre os teores de nutrientes em frutos de goiabeiras. O experimento foi realizado em Vista Alegre do Alto-SP, em pomar de goiabeiras 'Paluma' irrigado, com sete anos, manejado com podas e, conduzido durante três ciclos de produção. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial com quatro doses de nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg planta⁻¹ de N) e quatro de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O). Utilizou-se uréia e cloreto de potássio, parcelados em quatro aplicações iguais. A adubação foi complementada com o superfosfato simples, ácido bórico e sulfato de zinco. Avaliou-se amostras constituídas de 18 frutos por parcela, que foram secos em estufa (70 °C) e analisados quimicamente. A adubação nitrogenada promoveu o aumento nos teores de N e Mn dos frutos nos três ciclos avaliados, o aumento de K, S e Cu e o decréscimo nos teores de P, Ca, Mg, B e Zn em apenas um dos três ciclos avaliados. No terceiro ciclo, a adubação com potássio promoveu o aumento nos teores de K e Mn dos frutos e a interação N x K foi significativa para os nutrientes N e P. Os macronutrientes mais exportados no segundo ciclo foram o K, N, S, P, Mg e Ca e no terceiro ciclo foram o K, N, P, S, Ca e Mg. Os micronutrientes mais exportados no segundo ciclo foram o Fe, Zn, Mn, B e Cu e no terceiro ciclo foram o Fe, Zn, B, Mn e Cu.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*, goiaba, macronutrientes, micronutrientes

ABSTRACT - The mineral fertilizer consists of a supply of nutrients to the soil in order to increase productivity. With the harvest, nutrients are exported from orchard. This study aimed to evaluate the effects of N and K fertilization on nutrient levels in fruits of guava. The experiment was conducted at Vista Alegre do Alto, SP, in an 7 years old irrigated orchard, managed through pruning during three production cycles. The experimental design was randomized blocks, in factorial, with four nitrogen doses (0, 0.5, 1 and 2 kg N plant⁻¹) and four of potassium (0, 0.55, 1.1 and 2.2 kg K₂O plant⁻¹), with three replications. It was used urea and potassium chloride, split into four equal applications. The fertilization was supplemented with superphosphate, boric acid and zinc sulphate. It was evaluated samples consisting of 18 fruit samples, which were oven dried at 70 °C and analyzed chemically. Nitrogen fertilization promoted increasing on the foliar N and Mn in the three cycles evaluated, the increase of K, S and Cu and decrease in the levels of P, Ca, Mg, B and Zn in only one of the three crops. At the third cycle, the fertilization with potassium promoted the increasing of K and Mn levels in the fruit and N x K interaction was significant for N

and P. Macronutrients more exported in the second cycle were K, N, S, P, Mg and Ca and in the third cycle were the K, N, P, S, Ca and Mg. The micronutrients most exported in the second cycle were Fe, Zn, Mn, B and Cu and in the third cycle were Fe, Zn, B, Mn and Cu.

Keywords: *Psidium guajava*, guava, macronutrients, micronutrients

5.1. INTRODUÇÃO

A goiabeira 'Paluma' é a principal cultivar brasileira destinada à industrialização e representa a maioria dos pomares de goiaba no País (PEREIRA, 2008). Nos últimos anos o manejo fitotécnico destes pomares avançou muito e, atualmente, estas plantas são conduzidas com podas mais intensas e as pomares são irrigados, o que tem permitido ciclos de colheita de frutos com aproximadamente oito meses (ROZANE et al., 2009).

Outro fator importante no manejo dos pomares é a adubação e, conseqüentemente, a nutrição das goiabeiras. A planta é muito responsiva à adubação, sendo que os pomares desta cultivar podem alcançar produtividades de 80 a 100 t ha⁻¹ ano⁻¹ (NATALE; PRADO, 2006).

O potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exportados pelos frutos (NATALE et al., 1994; CARDOSO et al., 2010; SOUZA, 2011) e, também, nesta ordem, os mais presentes nos ramos podados (MAIA et al., 2007), sendo assim os nutrientes recomendados em maiores quantidades nas indicações de adubação da goiabeira (NATALE et al., 1996b; SANTOS; QUAGGIO, 1997).

As folhas são os órgãos da planta utilizados para a avaliação do estado nutricional da goiabeira, e devem ser coletadas no estágio fenológico de pleno florescimento (NATALE et al., 1996b). A adubação com nitrogênio (NATALE et al., 1995, CAVALCANTE et al., 2008) e com potássio (NATALE; BOARETTO; PEREIRA, 1996a) promovem modificações nos teores foliares de vários nutrientes. Por outro lado, avaliações da influência dessas adubações nos teores nutricionais dos frutos não foram encontradas na literatura consultada. Souza (2011) descreve as mudanças ocorridas nos teores nutricionais de N, Ca, Cu, Mn e Zn em frutos de

goiabeira 'Paluma', em função da aplicação de doses crescentes do subproduto da indústria de processamento de goiabas.

A exportação de macronutrientes pela cultivar Paluma segue, de modo geral, a ordem K, N, P, S, Mg e Ca (NATALE et al., 1994, SOUZA, 2011), enquanto que para os micronutrientes, a ordem é Mn, Fe, Zn, Cu e B (NATALE et al., 1994).

O conhecimento da composição mineral do fruto permite o estabelecimento de um programa mais real de adubação e restituição ao solo dos nutrientes exportados, com vistas à manutenção de sua fertilidade (HIROCE et al., 1977; NATALE et al., 1994), bem como se reveste de importância para a nutrição humana (HIROCE, 1977). Neste aspecto, além da riqueza em vitamina C, licopeno e fibra alimentar, a goiaba vermelha é rica em nutrientes, com destaque para o potássio, com teores de 198 mg 100 g⁻¹ (AMAYA; FARFAN, 2009).

Com base nos teores de nutrientes nos frutos e na produção de goiabas, pode-se quantificar a exportação de elementos pelo pomar, informação que contribui para a definição técnica da adubação. O conhecimento do estado nutricional dos frutos pode auxiliar, ainda, na compreensão do estado nutricional das goiabeiras.

Desta forma, o trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação com N e K sobre os teores de nutrientes de frutos de goiabeiras manejadas em sistema intensivo de produção.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar irrigado de goiabeiras 'Paluma', com 7 anos, espaçadas de 7 x 5 metros, manejado com podas de frutificação, pertencente à Indústria de Polpas e Conservas VAL Ltda., em Vista Alegre do Alto-SP. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical com inverno curto, moderado e seco, verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações climáticas distintas.

O solo é o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). O solo do pomar experimental foi corrigido noventa dias antes da instalação do experimento, sendo realizada a calagem conforme as recomendações de Natale et

al. (1996b). Foram realizadas coletas de solo para determinar as propriedades químicas (RAIJ et al., 2001) tanto na projeção da copa das plantas (a 1,75 m do tronco) quanto na entrelinha do pomar (centro da rua), nas camadas de 0,0-0,2 e de 0,2-0,4 m, caracterizando o estado inicial do solo da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Propriedades químicas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, na faixa adubada (linha) e na entrelinha das plantas, antes da instalação do experimento

Amostra	pH*	M.O.	P**	K	Ca	Mg	H+Al	SB
Linha		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				
0,0-0,2 m	5,9	11	19	2,2	29	14	12	45,2
0,2-0,4 m	5,4	9	7	2,0	22	9	16	33,0
Entrelinha								
0,0-0,2 m	6,0	12	13	2,9	29	15	11	46,9
0,2-0,4 m	5,7	9	7	2,7	24	9	13	35,7
	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-so₄⁻²
Linha	mmol _c dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----					
0,0-0,2 m	57,2	79	0,17	11,9	13	11,9	0,4	2
0,2-0,4 m	49,0	67	0,16	4,4	12	11,2	0,3	3
Entrelinha								
0,0-0,2 m	57,9	81	0,34	14,7	12	12,6	0,4	3
0,2-0,4 m	48,7	73	0,16	4,0	10	10,6	0,3	4

*pH (CaCl₂); **P (resina)

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro doses de Nitrogênio (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kg planta⁻¹ de N) e quatro doses de potássio (0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg planta⁻¹ de K₂O), com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco plantas, sendo as três goiabeiras centrais consideradas úteis para as avaliações.

As fontes de adubos empregadas foram a uréia (45% N) e o cloreto de potássio (60% K₂O). A pesquisa foi conduzida por três ciclos de produção consecutivos e completos, sendo considerado como ciclo o período da poda até o final da colheita. O primeiro ciclo foi de fevereiro até novembro de 2009, perfazendo um total de 268 dias. O segundo, de dezembro de 2009 até agosto de 2010, com 253 dias. O terceiro ciclo de produção foi de setembro de 2010 até abril de 2011, com 238 dias.

Realizaram-se podas drásticas, que consistiram da eliminação de ramos superiores e inferiores mais grossos, bem como do encurtamento de ramos mais finos, sendo todo material depositado na entrelinha do pomar e triturado.

Os fertilizantes foram distribuídos equitativamente na superfície do solo, ao redor de cada planta, na faixa entre 1,5 a 2,0 metros a partir do tronco, ou seja, com largura de 0,5 m de distribuição na projeção da copa. As doses foram parceladas três vezes no primeiro ciclo, a cada 30 dias, e em quatro vezes nos outros ciclos, a cada 25 dias, iniciando na fase de pré-florescimento.

As doses de fósforo foram definidas em função das concentrações de P no solo e da produtividade média do pomar, seguindo as recomendações de Natale et al. (1996b). A fonte de P empregada foi o superfosfato simples granulado (18% P_2O_5) aplicado uma única vez a cada ciclo de produção, juntamente com o primeiro parcelamento dos adubos N e K. Desta forma, foram aplicados, por planta, 150 g de P_2O_5 no primeiro ciclo e 100 g de P_2O_5 em cada um dos outros dois ciclos.

As adubações com zinco e boro foram realizadas via solo, sendo os fertilizantes aplicados juntamente com as pulverizações de herbicidas. As doses utilizadas no primeiro ciclo de produção foram de 1 kg ha⁻¹ de B e 2 kg ha⁻¹ de Zn; no segundo ciclo foram de 2 kg ha⁻¹ de B e 1 kg ha⁻¹ de Zn; e, no terceiro ciclo 1 kg ha⁻¹ de B e 1 kg ha⁻¹ de Zn. As fontes de B e Zn foram, respectivamente, o ácido bórico (17% de B) e o sulfato de zinco (20% de Zn).

Quando necessário, as plantas foram irrigadas. O sistema de irrigação foi por microaspersão, com um microaspersor (tipo bailarina) por goiabeira, com raio de ação de 2,4 m e vazão de 36 litros por hora. A irrigação foi monitorada por tensiometria, na camada de 0,0 – 0,2 m (60% capacidade de campo), sendo a água proveniente de poço semi-artesiano.

Por ocasião da colheita, foram coletados 18 frutos por parcela, localizados em ramos externos e nos quatro quadrantes da planta. Os períodos de colheita foram de setembro a novembro de 2009, junho a agosto de 2010 e março a abril de 2011, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclos. Os frutos foram partidos longitudinalmente, sendo utilizados uma oitava parte de cada fruto para compor a amostra, que foi seca em estufa a 60-70 °C, e analisada para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. (BATAGLIA et al., 1983).

Os resultados foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F e, quando significativos, realizou-se a análise de regressão polinomial, conforme descrito por Pimentel-Gomes (2009). Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre os teores de nutrientes dos frutos

Observou-se, de maneira geral, efeitos significativos da adubação nitrogenada sobre os teores de N, P, K, Ca, S, B, Cu e Mn, nos frutos das goiabeiras 'Paluma'. A adubação potássica, por sua vez, afetou os teores de K e Mn das goiabas. A interação N x K foi significativa para os teores de N e P dos frutos, no terceiro ciclo produtivo.

As Tabelas 20, 21 e 22 (Apêndices) apresentam os teores de nutrientes em frutos de goiabeiras, em função das doses de N e K₂O, com os valores do teste F e CV da análise de variância, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo.

Os teores de nitrogênio dos frutos aumentaram em função da adubação nitrogenada no primeiro e no segundo ciclo, sendo as equações quadráticas as que se ajustaram melhor aos dados (Figura 1a). As variações estimadas desses teores foram, respectivamente, de 7,3 a 11,4 g kg⁻¹ e 7,5 a 9,9 g kg⁻¹.

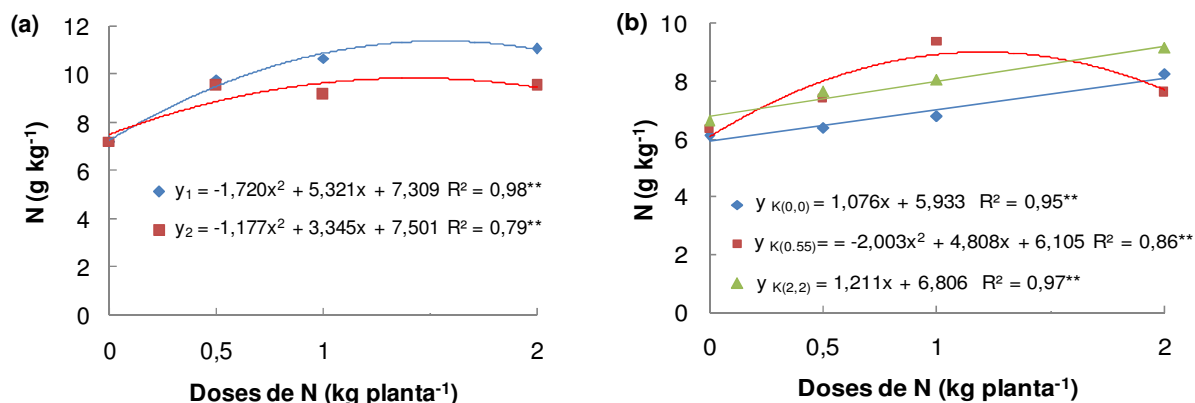


Figura 1. Teores de nitrogênio em frutos de goiabeiras 'Paluma', em função da adubação nitrogenada, no primeiro e no segundo ciclo de produção, com suas respectivas equações y_1 e y_2 (a), e para o terceiro ciclo nas parcelas adubadas com 0,0, 0,55 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹ (b).

É interessante destacar, que a adubação nitrogenada afetou os teores de N dos frutos logo no primeiro ciclo, enquanto que os teores foliares desse nutriente só apresentaram variações significativas a partir do segundo ciclo (Capítulo 2). Pode-se explicar isso, uma vez que as folhas foram coletadas no início das adubações e, os frutos foram colhidos 170 dias após o início da aplicação dos tratamentos. O nitrogênio, em compostos como aminoácidos ou amônia, é móvel no floema das plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006) e os frutos são drenos importantes desse nutriente.

Souza (2011) aplicou, em goiabeiras 'Paluma', cinco doses do subproduto da agroindústria de processamento de goiabas, que representaram cerca de zero a 1,48 kg N planta⁻¹. Verificou acréscimo linear de N nos frutos em função do aumento das doses do subproduto, variando de 6,5 a 9,1 g kg⁻¹ na colheita de verão/2009 e, de 6,1 a 7,1 g kg⁻¹ na colheita de primavera/2010, faixas essas, inferiores às do presente estudo. Para macieira, em três safras analisadas, Nava e Dechen (2009) verificaram aumento dos teores de N dos frutos em função da adubação nitrogenada (de 0 a 200 kg N ha⁻¹), com respostas quadráticas em dois anos e linear no último ano avaliado.

No terceiro ciclo produtivo a interação N x K foi significativa. No desdobramento da análise, verificou-se que os teores de N dos frutos aumentaram em função da adubação nitrogenada, para as parcelas adubadas com 0,0, 0,55 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹, representados, respectivamente, por equações linear, quadrática e

linear (Figura 1 b). Os frutos das parcelas adubadas com $1,1 \text{ kg K}_2\text{O planta}^{-1}$ apresentaram valor médio de $7,35 \text{ g N kg}^{-1}$.

Conforme descrito no Capítulo 3, as doses de N recomendadas para alcançar a produção relativa de 95% e a produção máxima de frutos foram, respectivamente, $0,73$ e $1,36 \text{ kg N planta}^{-1}$ no primeiro ciclo; $0,87$ e $1,37 \text{ kg N planta}^{-1}$ no segundo; e $0,85$ e $1,28 \text{ kg N planta}^{-1}$ no terceiro ciclo produtivo. Com estas doses os teores de N dos frutos ficaram, respectivamente, nas faixas de $10,3$ a $11,4 \text{ g kg}^{-1}$, $9,5$ a $9,9 \text{ g kg}^{-1}$ e $7,4$ a $7,8 \text{ g kg}^{-1}$. As parcelas testemunhas (zero de N) apresentaram, respectivamente, valores de $7,3$; $7,5$ e $6,7 \text{ g kg}^{-1}$. Desta forma, houve declínio nos teores de N dos frutos com o decorrer dos ciclos. Por outro lado, não se verificou, em função dos ciclos, decréscimo nos teores foliares de nitrogênio, sendo que o teor médio de N no primeiro ciclo foi de 17 g kg^{-1} ; para o segundo e o terceiro ciclos, as faixas observadas foram de $20,6$ a $21,8 \text{ g kg}^{-1}$ e $20,6$ a $21,6 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, quando utilizadas as referidas doses (Capítulo 3).

Nava e Dechen (2009) verificaram diferenças nos teores de N em maçãs, em função das safras, atribuindo como possíveis causas o efeito de fatores climáticos, como temperatura e precipitação, bem como a influência das reservas das plantas. De forma semelhante, esses fatores podem estar contribuindo para as diferenças nos teores de N dos frutos entre os ciclos produtivos, bem como para com as diferenças nos teores dos outros nutrientes analisados. A figura 2 representa as condições climáticas regionais durante o período experimental. Vale ressaltar que os dados utilizados foram coletados por estação meteorológica que está a aproximadamente 30 km da área experimental.

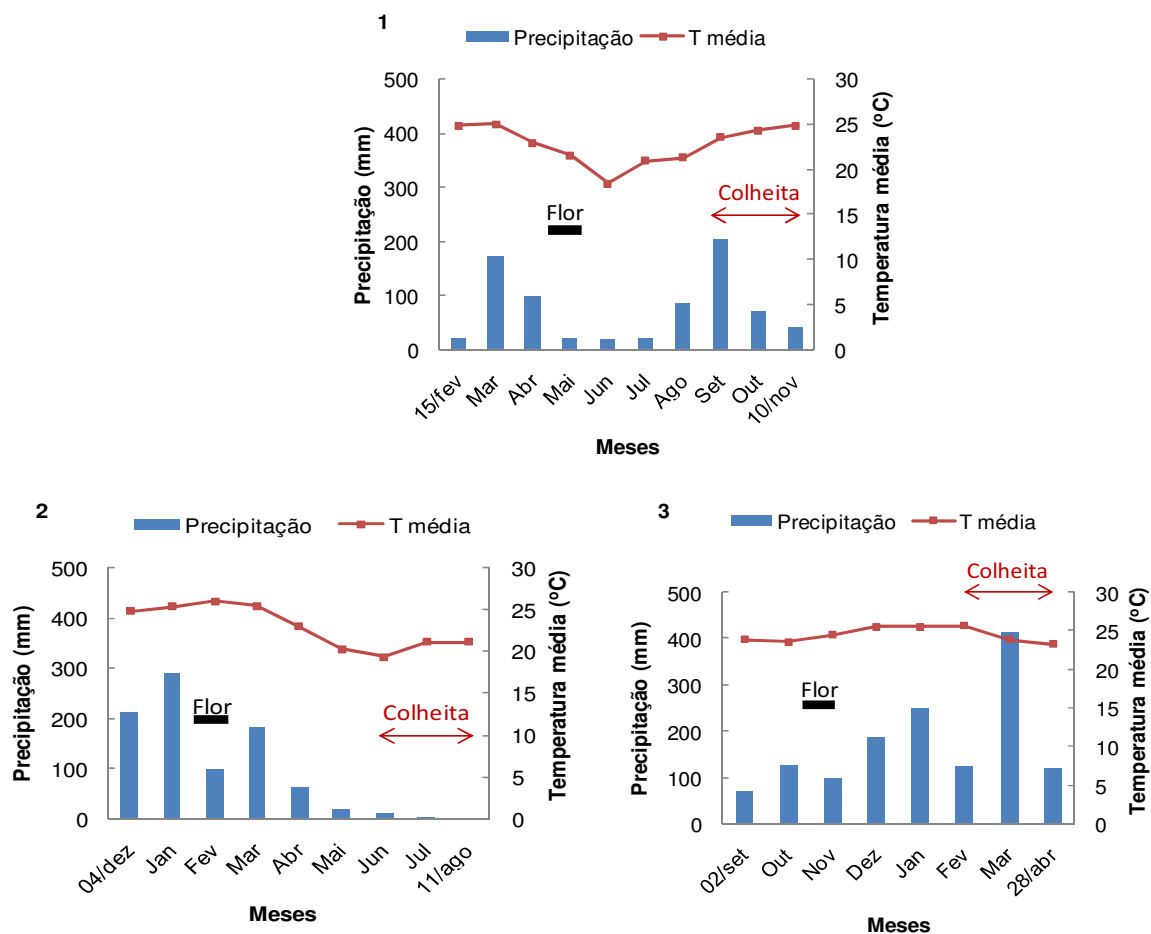


Figura 2. Dados climáticos de Bebedouro, SP, durante o período experimental. ^{1,2,3} primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente. (ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE BEBEDOURO).

Pode-se destacar que: o desenvolvimento dos frutos do primeiro ciclo ocorreu em época mais seca e com temperaturas crescentes, sendo a colheita realizada no início do período das chuvas; o desenvolvimento dos frutos no segundo ciclo ocorreu em época de temperaturas e chuvas decrescentes e a colheita ocorreu em época seca; no terceiro ciclo o desenvolvimento dos frutos, bem como a colheita, ocorreram em época chuvosa e com temperaturas médias altas e mais estáveis.

A adubação nitrogenada não influenciou os teores de P dos frutos no primeiro e segundo ciclos produtivo, que apresentaram teores médios de 1,09 e 0,91 g kg⁻¹, respectivamente. Por outro lado, a interação N x K foi significativa no terceiro ciclo. De maneira geral, esses teores diminuíram com o aumento das doses de nitrogênio. A equação linear foi a que melhor se ajustou aos dados para a parcela adubada com

0,0 kg K₂O planta⁻¹, e as equações quadráticas para as parcelas adubadas com 0,55, 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹ (Figura 3).

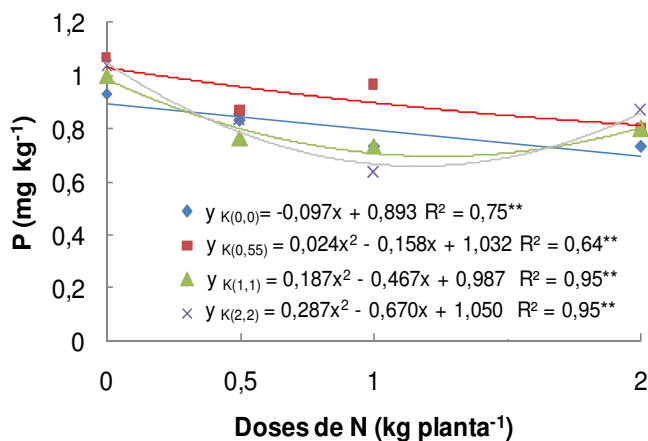


Figura 3. Teores de fósforo em frutos de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada das plantas, nas parcelas adubadas com 0,0, 0,55, 1,1 e 2,2 kg K₂O planta⁻¹, no terceiro ciclo produtivo.

Os teores de K dos frutos aumentaram em função da adubação nitrogenada no primeiro ciclo produtivo (Figura 4a). Esse efeito não foi observado sobre os teores foliares de potássio (Capítulo 3).

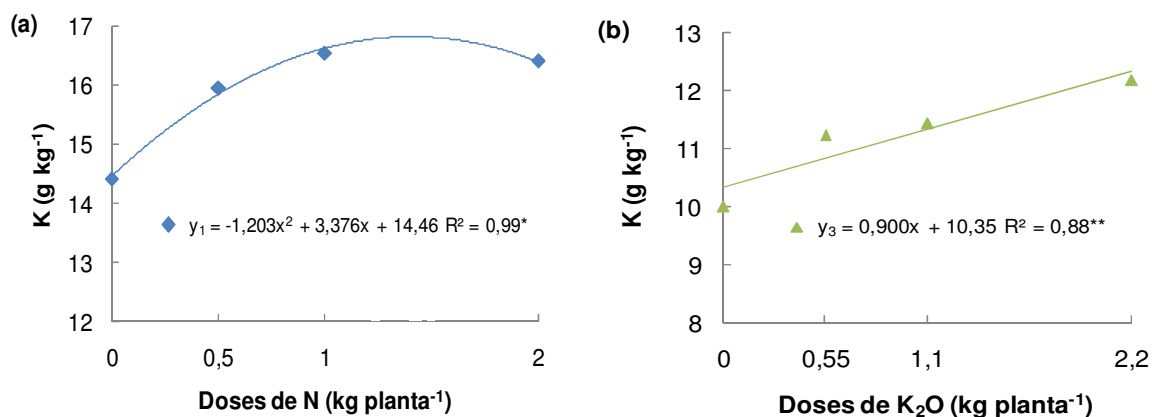


Figura 4. Teores de potássio em frutos de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada (a) e potássica (b), com suas respectivas equações y_1 e y_3 , para o primeiro e o terceiro ciclo de produção.

As concentrações de K no solo do pomar se elevaram, em função da adubação potássica desde o primeiro ciclo (Capítulo 2), sendo esse efeito observado nas goiabeiras, através do aumento dos teores foliares de K, à partir do segundo

ciclo (Capítulo 3). Porém, nos frutos, apenas no terceiro ciclo houve aumento linear dos teores de K, em função da adubação com cloreto de potássio (Figura 4b). O teor médio de K nos frutos, no segundo ciclo, foi de $12,8 \text{ g kg}^{-1}$.

A relação positiva entre adubação potássica e teor de K nos frutos foi verificada em macieiras (NAVA; DECHEN, 2009) e, em coqueiro-anão (RIBEIRO et al., 2011).

As adubações nitrogenadas e potássicas não influenciaram os teores de Ca dos frutos colhidos no primeiro ciclo, cujo valor médio foi de $0,53 \text{ g kg}^{-1}$, bem como também não influenciaram as concentrações de cálcio do solo. Porém, nos outros ciclos, as concentrações de Ca no solo diminuíram em função das adubações nitrogenadas (Capítulo 2). Como ocorreu no solo, os teores de Ca dos frutos no segundo ciclo diminuíram linearmente em função da adubação nitrogenada, com valores estimados variando de $0,31$ a $0,25 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 5a).

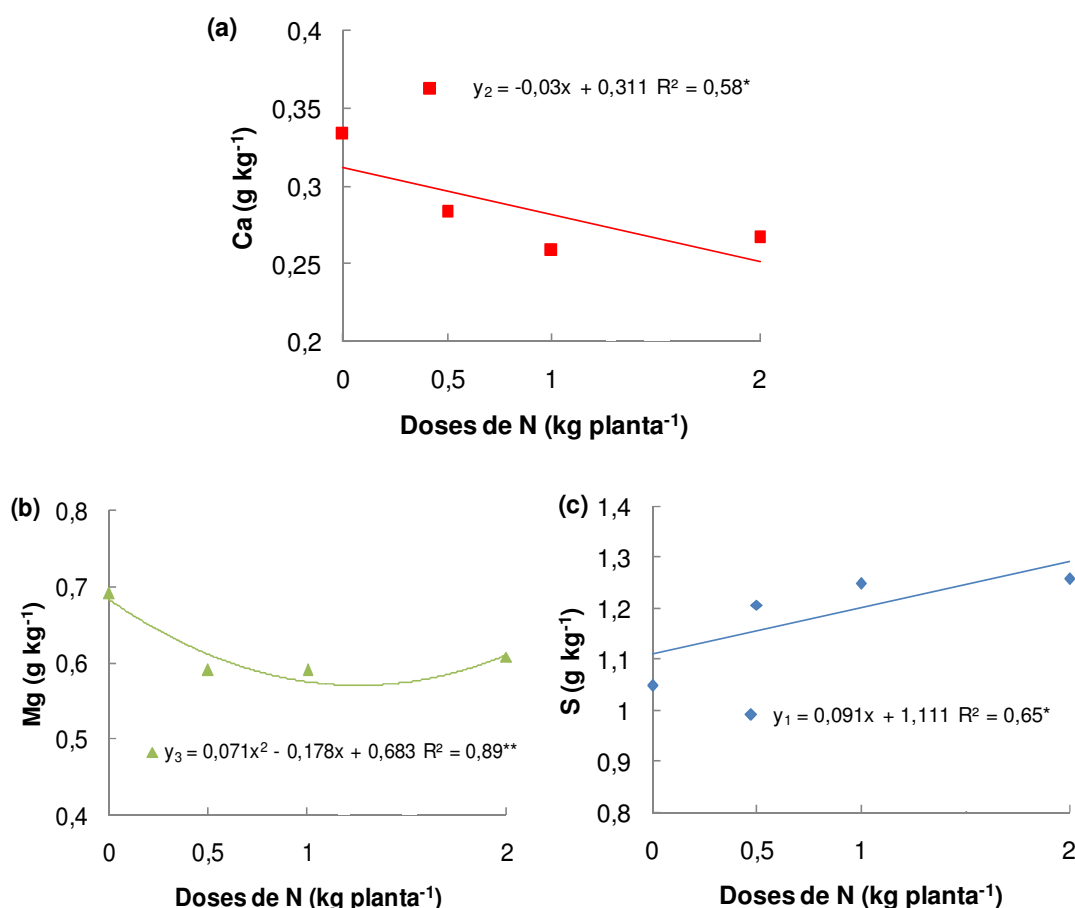


Figura 5. Teores de Ca (a), Mg (b) e S (c) em frutos de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada. y_1 , y_2 e y_3 : equações do primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

Por outro lado, no terceiro ciclo não foram observadas variações significativas nos teores de Ca dos frutos, que apresentaram valor médio de $0,63 \text{ g kg}^{-1}$. Vale ressaltar que a disponibilidade de Ca do solo no terceiro ciclo se mostrou superior à do segundo ciclo (Capítulo 2).

Os teores foliares de Ca no terceiro ciclo aumentaram em função da adubação nitrogenada (Capítulo 3), sendo esse efeito contrário ao observado nos frutos colhidos no segundo ciclo (Figura 5 a). Assim, as plantas que proporcionalmente exportaram mais Ca em seus frutos, apresentaram teores foliares mais baixos na análise foliar realizada três meses após o final da colheita.

Souza (2011) verificou, em três safras consecutivas de goiabas, decréscimo linear nos teores de Ca dos frutos em função da adubação com subproduto. Esses teores variaram, em g kg^{-1} , de 0,43 a 0,23, 0,82 a 0,57 e 0,38 a 0,18 nas colheitas de verão/09, verão/10 e primavera/10, respectivamente. O autor verificou, ainda, que à medida que aumenta o teor de N dos frutos, diminui o de Ca. De forma semelhante ao apresentado por Souza (2011), no presente estudo os teores de Ca dos frutos variaram em função dos ciclos, sendo que no segundo ciclo foram bem inferiores aos valores médios encontrados nos outros dois ciclos.

Em macieiras, Nava e Dechen (2009) também verificaram decréscimos dos teores foliares de Ca em função da adubação nitrogenada, bem como variações desses teores entre as safras. Os maiores teores foliares de N promoveram maior desenvolvimento vegetativo da planta, o que pode ter demandado mais Ca para as folhas e, também, pode ter aumentado a transpiração foliar reduzindo o fluxo desse nutriente para os frutos.

Os teores de Mg dos frutos diminuíram em função da adubação nitrogenada apenas no terceiro ciclo (Figura 5b), cujos valores variaram de $0,68$ a $0,57 \text{ g kg}^{-1}$. Os teores médios de Mg dos frutos no primeiro e no segundo ciclos foram de $0,67$ e $0,65 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Durante o período experimental, observou-se diminuição da concentração de Mg no solo, em função do aumento das doses de N, sendo que esse efeito foi mais intenso justamente no terceiro ciclo (Capítulo 2).

Contrariamente ao comportamento do Ca, o Mg é um elemento considerado móvel na planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006), o que permite maior remobilização (MARSCHNER, 1995) na goiabeira. Os teores foliares de Ca são aproximadamente

quatro vezes superiores aos de Mg (Capítulo 3). Por outro lado, nos frutos, as relações Ca:Mg foram de 1:1 e até 1:2 como verificado no segundo ciclo, que apresentou valores médios de Ca de $0,29 \text{ g kg}^{-1}$ e de Mg de $0,65 \text{ g kg}^{-1}$.

A adubação nitrogenada não influenciou as concentrações de enxofre no solo (Capítulo 2). Em contrapartida, os teores de S dos frutos no primeiro ciclo aumentaram em função do adubo N, variando de $1,11$ a $1,29 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 5 c). Este efeito não foi observado no segundo e terceiro ciclos, que apresentaram, respectivamente, valores médios de $1,01$ e $0,84 \text{ g kg}^{-1}$, valores esses, inferiores aos do primeiro ciclo. A análise foliar do segundo ciclo mostrou diminuição dos teores de S em função da adubação com N (Capítulo 3). Da mesma forma que para o Ca, as plantas que proporcionalmente exportaram mais S em seus frutos, apresentaram teores foliares menores.

O trabalho de Souza (2011), durante três safras, não mostrou efeito da adubação com o subproduto sobre os teores de Mg e S nos frutos da goiabeira 'Paluma'.

De maneira geral, os teores de B dos frutos do segundo e terceiro ciclos diminuiram em função da adubação nitrogenada, com efeito quadrático (Figura 6a). Isso não foi observado no primeiro ciclo, cujos frutos apresentaram teor médio de B de $14,7 \text{ mg kg}^{-1}$ e, portanto, com valor superior aos encontrados nos ciclos seguintes. De forma semelhante aos frutos, os teores de B das folhas do primeiro ciclo não foram influenciados pela adubação nitrogenada, porém, diminuiram em função dessa adubação nos demais ciclos avaliados (Capítulo 3), apesar das concentrações de B no solo terem aumentado (Capítulo 2).

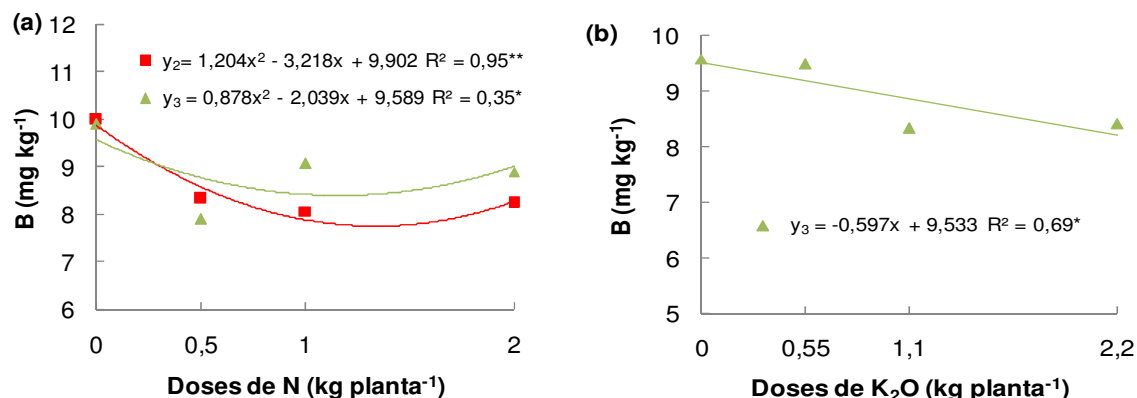


Figura 6. Teores de boro em frutos de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada (a) e da adubação potássica (b). y_2 e y_3 representam equações do segundo e terceiro ciclo de produção, respectivamente.

Os teores de B dos frutos diminuíram em função da adubação potássica apenas no terceiro ciclo produtivo (Figura 6 b). Vale ressaltar que as adubações potássicas não influenciaram as concentrações de boro no solo (Capítulo 2), bem como os teores foliares desse nutriente (Capítulo 3), nos três ciclos avaliados.

A adubação nitrogenada aumentou as concentrações de Mn do solo (Capítulo 1), elevando os teores de Mn das folhas (Capítulo 2) e, também, incrementaram os teores desse elemento nos frutos, conforme apresentado na figura 7a. No primeiro ciclo os teores de Mn aumentaram até a dose de 1,26 kg de N planta⁻¹, com posterior decréscimo. Para os outros ciclos os aumentos foram lineares.

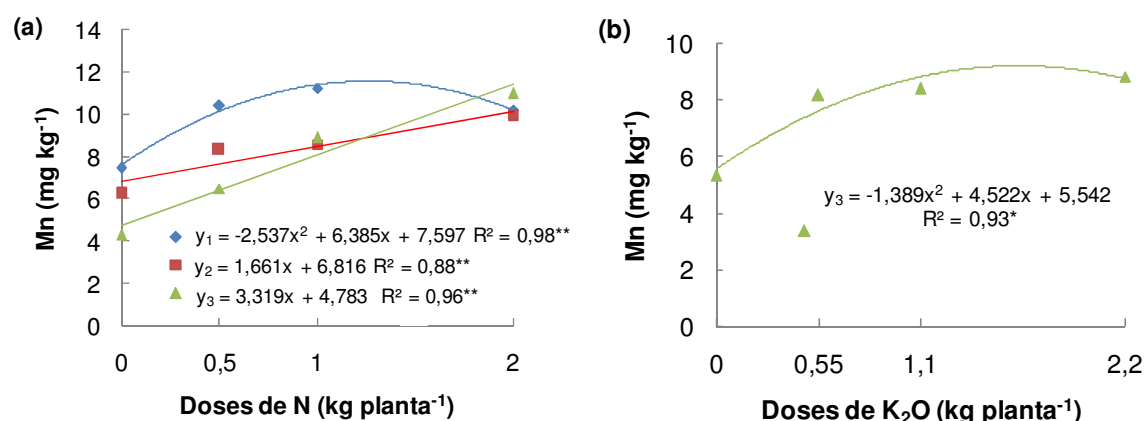


Figura 7. Teores de manganês em frutos de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada (a) e potássica (b), com suas respectivas equações y_1 , y_2 e y_3 , para o primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção.

No terceiro ciclo foi observado, ainda, efeito da adubação potássica, que promoveu aumentos nos teores de Mn dos frutos (Figura 7b). Com exceção do primeiro ciclo, os teores foliares de Mn também foram influenciados pelas adubações potássicas (Capítulo 2) e, de forma mais intensa, no terceiro ciclo. Em contraste, as adubações potássicas não influenciaram as concentrações de Mn no solo (Capítulo 1).

Os teores de cobre dos frutos, no primeiro ciclo, foram influenciados pela adubação nitrogenada até a dose de 1,24 kg de N planta⁻¹, com posterior decréscimo (Figura 8a). Houve decréscimo linear do teor de Zn dos frutos no segundo ciclo, em função da adubação nitrogenada (Figura 8b). Por outro lado, Souza (2011) verificou, em uma das safras, aumento linear de Cu e Zn, em função das doses de subproduto.

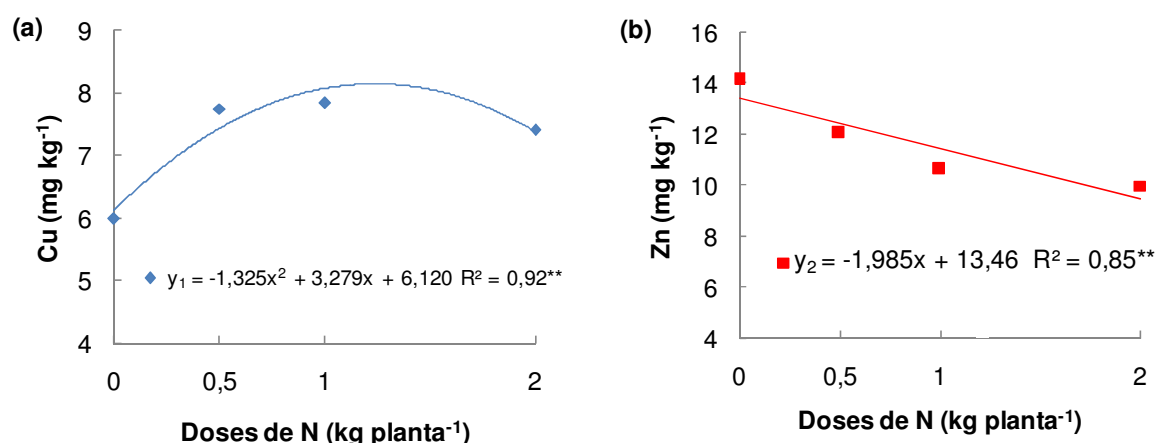


Figura 8. Teores de cobre (a) e zinco (b) em frutos de goiabeiras, em função da adubação nitrogenada, com suas respectivas equações y_1 e y_2 , para o primeiro e segundo ciclo de produção.

Nas análises de solo, não foram constatadas modificações significativas nas concentrações de Cu e Zn, em função da adubação nitrogenada ou potássica (Capítulo 2).

5.3.2. Extração de nutrientes pela colheita dos frutos

Com as doses de nitrogênio sugeridas para alcançar a produção relativa de 95% (Capítulo 4), foram calculadas as extrações de nutrientes pela colheita das goiabas, utilizando-se, quando o fator nitrogênio foi significativo, as equações apresentadas nas figuras 1 e 3 a 8 e, quando não significativo, os valores médios apresentados nas Tabelas 21 e 22 (Apêndices). Quando a adubação potássica também influenciou os teores de nutrientes dos frutos, foi considerada a adubação com 0,55 kg de K_2O por planta. Conforme descrito no Capítulo 4, as doses de N recomendadas foram de 0,87 e 0,85 $kg\ planta^{-1}$, para alcançar produtividades de 52,6 e 60,8 $t\ ha^{-1}$, respectivamente no segundo e terceiro ciclos. O percentual de matéria seca dos frutos foi avaliado no segundo ciclo, apresentando valor médio de 15,9%, e no terceiro ciclo, que sofreu influência da adubação nitrogenada (Figura 9). Esse maior percentual de matéria seca nos frutos do segundo ciclo, em relação ao do terceiro, se deve a colheita ter sido realizada em época mais seca (inverno), conforme descrito no Capítulo 4 ou como verificado na Figura 2.

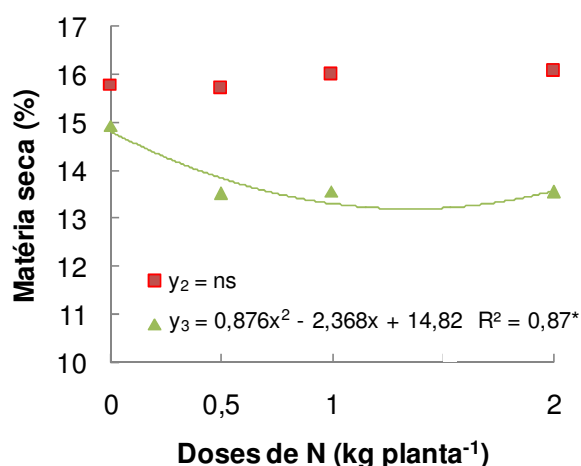


Figura 9. Matéria seca dos frutos da goiabeira, em função da adubação nitrogenada. y_2 e y_3 , representam o segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente.

Assim, as exportações de nutrientes estão apresentadas na Tabela 2. Além da influência da adubação nitrogenada e/ou potássica nos teores de nutrientes dos frutos, pode ser observado também que existem variações entre os ciclos. Apesar da menor produtividade, o segundo ciclo exportou maiores quantidades de N, K, Mg, S,

Mn e Zn pelos frutos, em relação ao terceiro ciclo. Por outro lado, neste ocorreram maiores exportações de P, Ca, B e Fe, em comparação ao segundo ciclo.

Tabela 2. Extração de nutrientes por frutos de goiabeiras 'Paluma', adubadas com doses de nitrogênio para alcançar a produção relativa de 95%

Nutriente	Segundo ciclo			Terceiro ciclo		
	Mat. seca	Matéria fresca		Mat. seca	Matéria fresca	
Macro	g kg ⁻¹	kg t ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg t ⁻¹	kg ha ⁻¹
N	9,52	1,514	79,6	7,44	0,973	59,2
P	0,83	0,132	6,9	0,91	0,119	7,2
K	12,78	2,032	106,9	11,22	1,468	89,2
Ca	0,28	0,045	2,3	0,62	0,081	4,9
Mg	0,65	0,103	5,4	0,58	0,076	4,6
S	1,01	0,161	8,4	0,84	0,110	6,7
Micro	mg kg ⁻¹	g t ⁻¹	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g t ⁻¹	kg ha ⁻¹
B	7,59	1,21	0,063	9,53	1,25	0,076
Cu	6,81	1,08	0,057	7,17	0,94	0,057
Fe	32,12	5,11	0,269	48,29	6,32	0,380
Mn	8,26	1,31	0,069	7,6	0,99	0,060
Zn	11,73	1,87	0,098	10,04	1,31	0,080

Os macronutrientes mais exportados pela colheita no segundo ciclo seguiram a seguinte ordem: K, N, S, P, Mg e Ca; enquanto que para o terceiro ciclo foi: K, N, P, S, Ca e Mg. Assim, o potássio é o elemento mais exportado, seguido do nitrogênio. Resultados semelhantes para goiabeiras foram encontrados na literatura (HAAG; MONTEIRO; WAKAKURI, 1993; NATALE et al., 1994; CARDOSO et al., 2010; SOUZA, 2011), com exceção do trabalho de Hiroce et al. (1977).

O segundo ciclo exportou mais S do que P. Haag, Monteiro e Wakakuri (1993) observaram o mesmo para as cultivares Okawa 2, Pedro Sato e Kumagai. Por outro lado, o terceiro ciclo exportou mais P do que S, como o encontrado por Natale et al. (1994) para as cultivares Paluma e Rica. Como no presente trabalho, Souza (2011) também encontrou variações no posicionamento de P e S na escala de exportação de nutrientes em função do ciclo produtivo.

Da mesma forma, o Mg, seguido do Ca para o segundo ciclo, assemelha-se ao encontrado por Natale et al. (1994), enquanto que o Ca seguido de Mg é condizente com o verificado por Haag, Monteiro e Wakakuri (1993). Em contraste, Cardoso et al. (2010) relatam o Ca e Hiroce et al. (1977) o Mg, como o terceiro

nutriente mais exportado pelas goiabas. No trabalho de Souza (2011), o magnésio sempre foi mais exportado do que o cálcio.

Para os micronutrientes, a sequência de exportação foi Fe, Zn, Mn, B e Cu para o segundo ciclo e Fe, Zn, B, Mn e Cu para o terceiro. Sendo assim, o Fe e o Zn são os micronutrientes mais exportados pela goiabeira 'Paluma', conforme relatado também por Souza (2011) e Cardoso et al. (2010) para essa cultivar. Por outro lado o Cu foi o elemento menos exportado, enquanto que Souza (2011) e Natale et al. (1994) citam o boro.

Destaca-se, assim, a influência dos ciclos produtivos na quantidade e ordem dos nutrientes exportados pela colheita das goiabas 'Paluma'.

5.4. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada promoveu aumento nos teores de N e Mn dos frutos nos três ciclos avaliados, o aumento de K, S e Cu e o decréscimo nos teores de P, Ca, Mg, B e Zn em apenas um dos três ciclos avaliados.

No terceiro ciclo, a adubação com potássio promoveu o aumento nos teores de K e Mn dos frutos e a interação N x K foi significativa para os nutrientes N e P.

Os macronutrientes mais exportados pelos frutos no segundo ciclo foram o K, N, S, P, Mg e Ca e no terceiro ciclo foram o K, N, P, S, Ca e Mg.

Os micronutrientes mais exportados pelos frutos no segundo ciclo foram o Fe, Zn, Mn, B e Cu e no terceiro ciclo foram o Fe, Zn, B, Mn e Cu.

5.5. REFERÊNCIAS

AMAYA, D. R.; FARFAN, J. A. Nutrientes e substâncias bioativas da goiaba (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos na saúde. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2, cap. 19, p. 471-488.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R., GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

CARDOSO, E. A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M.; AGUIAR, A. V. M. Exportação de nutrientes por frutos de goiabeira 'Paluma' em função da adubação mineral. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 38-41, 2010.

CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, G. F.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, D.; BECHMANN-CAVALCANTE, M. Z. Composição mineral de folhas de goiabeira Paluma em função da adubação sulfato-nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 3, n. 1, p. 6-12, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa SPI, 2006. 306 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. p. 169-236.

ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE BEBEDOURO. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.estacaoexperimental.com.br/download.aspx>>. Acesso em: 20 out. 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HAAG, H. P.; MONTEIRO, F. A.; WAKAKURI, P. Y. Frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.): desenvolvimento e extração de nutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 413-418, 1993.

HIROCE, R.; CARVALHO, A. M.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; SANTOS, R. R.; PARIQUERA AÇU, E. E.; GALLO, J. R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 14, p. 155-64, 1977.

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; MORAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 705-709, 2007.

MARSCHNER, M. G. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

NATALE, W.; PRADO, R. M. Fertirrigação em goiabeira. In: BOARETTO, A. E.; BOAS, R. L. V.; SOUZA, V. F. D. E.; VIDAL, I. R. (Org.). **Fertirrigação/fertirrigación: teoria e prática**. Piracicaba: CENA/USP, 2006. v. 1, p. 494-535.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; CORTEA, G. E. P.; FESTUCCIA, A. J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira. **Científica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 249-253, 1994.

NATALE, W.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. Effect of potassium fertilization in 'Rica' guava (*Psidium guajava*) cultivation. **The Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi v. 66, n. 4, p. 201-207, 1996a.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: FUNEP, 1996b. 22 p.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E.; OIOLI, A. A. P.; SALES, L. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 7-15, 1995.

NAVA, G.; DECHEN, R. Long-term fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of 'Fuji' Apple. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 3, p. 377-385, 2009.

PEREIRA, F. M. Goiaba: Antecedentes, progresso e perspectivas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 9, p. 375-382.

PIMENTEL-GOMEZ, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RIBEIRO, G.; MONNERAT, P. H.; CAMPANHARO, M.; SOUZA RABELLO, W. Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em resposta à adubação potássica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 187-191, 2011.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

ROZANE, E. D.; BRUGNARA, V.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para 'mesa' e/ou 'indústria'. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (Ed.). **Cultura da goiaba: do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/FAPESP, 2009. v. 2. cap. 17, p. 407-428.

SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 143-144. (Boletim Técnico, 100).

SOUZA, H. A. **Uso agrônômico do subproduto da indústria processadora de goiabas**. 2011. 238 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

CAPÍTULO 6 - IMPLICAÇÕES

O plantio de goiabeiras tem aumentado e, atualmente, a goiaba ocupa lugar de destaque entre as frutas consumidas no Brasil. A goiabicultura, nos últimos trinta anos, passou por uma grande evolução, se tornando uma atividade cada vez mais importante. Com esta evolução, é natural que aumente a demanda por conhecimentos técnicos, destacando-se assim, a importância da realização de pesquisas que auxiliem a cadeia produtiva da fruta.

É de conhecimento geral que a população mundial está em franco crescimento e, em 2050, seremos 9 bilhões de humanos ocupando a Terra. Esta previsão tem gerado debates em relação à produção futura de alimentos, destacando-se a necessidade de aumentar a produtividade das culturas, bem como priorizar espécies que sejam ao mesmo tempo nutritivas ao ser humano e, eficientes produtivamente. Este cenário reforça, a cada dia mais, a necessidade das atividades agrícolas serem empreendidas de forma sustentável. Desta forma, o cultivo de goiabeiras pode ser importante em um futuro próximo e, alguns fatores reforçam essa importância.

Um aspecto relevante diz respeito à alta produtividade alcançada pelas cultivares brasileiras de goiabeiras, quando comparado à de outras fruteiras, com destaque para a cultivar Paluma. A goiaba é considerada uma fruta com alta qualidade nutricional, rica em licopeno e vitamina C, e é bem aceita tanto para o consumo natural quanto em produtos processados .

Apesar de existirem poucas pesquisas com goiabeiras, alguns estudos na área de adubação e nutrição têm demonstrado que as goiabeiras são pouco responsivas à adubação com fósforo na fase adulta, o mesmo tem sido verificado com relação à adubação potássica em determinadas condições, como é o caso do presente estudo. Assim, é de se pensar que as plantas podem ter uma grande eficiência na utilização dos recursos minerais do solo, o que possibilita produções com custos mais baixos de adubação, além de melhor adaptabilidade às condições de baixa fertilidade de muitos solos brasileiros.

O manejo dos pomares de goiabeiras se modificou nas últimas décadas e, atualmente, é realizado com podas drásticas e irrigação, com ciclos produtivos

sucessivos e colheitas à cada oito meses. Trabalhos com adubação e nutrição, oriundos de experimentações de médio/longo prazo, inexistiam para essa nova condição de manejo. Desta forma, este trabalho, juntamente com os novos resultados que serão obtidos com a continuidade deste experimento, servirão de base para uma nova proposta de adubação de goiabeiras manejadas intensivamente. Propostas fundamentadas em experimentações possibilitam que as recomendações de adubação sejam mais confiáveis. Este fato contribui para a utilização racional dos fertilizantes, evitando desperdícios e contribuindo tanto com a questão econômica do fruticultor quanto com a sustentabilidade do sistema produtivo.

Considerando o grande número de fatores que influenciam as respostas biológicas das plantas e as observações realizadas nesses três anos de experimentação, algumas sugestões de pesquisas, dentro desta linha de estudo, serão apresentadas a seguir.

Uma proposta seria em relação ao potássio. Experimentos para acompanhar o desenvolvimento das goiabeiras em solos com diferentes concentrações de K, variando desde muito baixo até muito alto, desde o plantio até a estabilização produtiva do pomar.

Com respeito ao nitrogênio e, considerando o manejo intensivo das goiabeiras, experimentos que possibilitem conhecer as fases fenológicas em que a planta absorve o nitrogênio, quanto do nutriente é absorvido e como ocorre a sua distribuição dentro da planta. Essas novas informações contribuirão para ampliar o conhecimento fisiológico da planta, que ainda é muito escasso, e possibilitará a recomendação mais eficiente de parcelamento de adubos nitrogenados. Ainda nesse sistema de manejo, consideramos importante realizar experimentações testando apenas o fator nitrogênio. Assim, sugere-se um experimento com um número de doses de nitrogênio maior do que quatro, sendo que deva existir dose(s) entre 0 e 0,5 kg de N por planta, que não foram testadas em nosso experimento.

Como observado em nossa pesquisa, as experimentações com adubação e nutrição podem ser melhor compreendidas se realizados estudos concomitantes em outras áreas, tais como ecofisiologia e irrigação. Consideramos de grande importância a interação multidisciplinar, entre grupos de pesquisa, o que facilita a

compreensão dos fenômenos biológicos observados. É uma forma simples de trabalho que amplia a obtenção de informações científicas, pois, tornam os experimentos mais econômicos e eficientes. Nesse sentido, uma área de estudo importante para a cultura da goiaba, e ainda carente de informações, é a da fertirrigação.

A América do Sul é o centro de diversidade da espécie *Psidium guajava* L., credenciando o Brasil a uma grande variabilidade genética. Considerando que o planejamento é a chave para o desenvolvimento dos países, reforça-se a necessidade de um contínuo programa nacional de melhoramento e de conservação genética da goiabeira, possibilitando que novas cultivares possam ser geradas. O conhecimento e o fácil acesso à diversidade genética pode ser a solução de problemas futuros na atividade, tais como pragas e doenças, minimizando prejuízos econômicos e sociais. O melhoramento de plantas pode objetivar, também, tornar as goiabeiras mais eficientes às condições adversas de fertilidade do solo. Assim, dentro desse contexto, outras experimentações que podem ser relevantes são avaliações das respostas de diversas cultivares e variedades de *Psidium guajava* L. frente aos elementos fósforo e alumínio, visando identificar as variedades mais tolerantes à baixa fertilidade em fósforo e à alta concentração em alumínio.

APÊNDICES

Tabela 1. Valores médios de produção, sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), peso médio e relação polpa/miolo de frutos de goiabeira em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

	Produção t ha ⁻¹	SS °Brix	pH	AT g 100g ⁻¹	Peso médio g	Polpa/miolo
Doses de N						
0	49,3	9,0	3,73	0,52	112,1	2,22
0,5	62,2	9,0	3,80	0,50	122,5	2,02
1,0	63,3	8,8	3,85	0,52	115,5	1,96
2,0	62,9	8,8	3,85	0,51	117,1	1,96
Doses de K₂O						
0	60,6	9,1	3,81	0,50	115,2	2,02
0,55	57,6	8,8	3,80	0,53	115,1	1,97
1,10	61,1	8,7	3,81	0,51	118,8	2,04
2,20	58,4	9,0	3,82	0,51	118,1	2,14
Teste F						
N	14,11 ^{**}	0,35 ^{ns}	16,0 ^{**}	1,58 ^{ns}	2,68 ^{ns}	6,73 ^{**}
K	0,89 ^{ns}	1,86 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,52 ^{ns}	2,41 ^{ns}
NxK	1,37 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,73 ^{ns}
CV (%)	10,5	5,1	1,3	6,3	7,8	8,0

^{**}, ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios de produção, sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), peso médio e relação polpa/miolo de frutos de goiabeira em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

	Produção	SS	pH	AT	Peso médio	Polpa/miolo
	t ha ⁻¹	°Brix		g 100g ⁻¹	g	
Doses de N						
0	32,8	11,1	3,63	0,55	144,0	2,25
0,5	50,8	11,2	3,72	0,56	153,0	1,98
1,0	50,9	11,5	3,71	0,55	144,4	1,81
2,0	51,4	11,5	3,71	0,54	147,5	1,84
Doses de K₂O						
0	46,9	11,6	3,70	0,57	144,6	1,86
0,55	43,1	11,3	3,68	0,55	151,0	1,96
1,10	48,9	11,2	3,69	0,56	143,1	2,07
2,20	46,9	11,2	3,70	0,53	150,1	1,99
Teste F						
N	24,89 ^{**}	0,63 ^{ns}	6,89 ^{**}	0,39 ^{ns}	1,36 ^{ns}	11,54 ^{**}
K	1,80 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,15 ^{ns}
NxK	1,12 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,06 ^{ns}	1,30 ^{ns}
CV (%)	13,6	6,4	1,6	8,5	8,4	10,4

^{**}, ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente.

Tabela 3. Valores médios de produção, sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), peso médio e relação polpa/miolo de frutos de goiabeira em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

	Produção t ha ⁻¹	SS °Brix	pH	AT g 100g ⁻¹	Peso médio g	Polpa/miolo
Doses de N						
0	34,2	9,3	3,75	0,30	153,3	3,07
0,5	59,0	9,0	3,80	0,31	171,8	2,90
1,0	58,6	9,1	3,81	0,31	171,5	2,82
2,0	56,1	8,9	3,83	0,29	173,7	2,74
Doses de K₂O						
0	53,2	9,2	3,79	0,31	171,3	2,82
0,55	51,7	9,2	3,81	0,30	163,3	2,82
1,10	52,5	9,0	3,78	0,30	164,2	2,92
2,20	50,4	9,0	3,81	0,30	171,3	2,97
Teste F						
N	17,10 ^{**}	0,73 ^{ns}	2,23 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,79 ^{ns}	5,26 ^{**}
K	0,17 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,49 ^{ns}
NxK	0,67 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,84 ^{ns}
CV (%)	19,2	7,1	2,1	11,3	14,7	7,5

^{**}, ^{ns}: significativo a 1% e não significativo, respectivamente.

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0-0,2 m da faixa adubada, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

Treatment	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
Doses de N																
0	5,6	10	40	4,2	25	11	15	40,2	55,2	73	0,17	12,5	10	11,7	0,3	3
0,5	5,3	10	39	3,6	21	8	19	32,6	51,6	63	0,21	11,9	15	16,0	0,4	3
1,0	5,5	10	37	3,2	21	9	18	33,2	51,2	65	0,20	13,0	15	15,7	0,4	2
2,0	5,3	9	36	2,8	23	9	20	34,8	54,8	63	0,22	12,4	15	17,4	0,4	2
Doses de K₂O																
0	5,3	10	42	0,8	23	10	19	33,8	52,8	64	0,21	14,4	14	16,9	0,4	3
0,55	5,5	10	34	2,7	22	9	18	33,7	51,7	65	0,21	12,5	14	15,1	0,3	3
1,1	5,4	10	38	4,0	23	8	19	35,0	54,0	65	0,18	12,1	14	15,5	0,4	2
2,2	5,5	10	38	6,2	24	9	17	39,2	56,2	70	0,19	10,9	13	13,4	0,4	2
Teste F																
Nitrogênio	2,58 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,30 ^{ns}	7,16 ^{**}	1,43 ^{ns}	4,82 ^{**}	3,50 [*]	3,36 [*]	0,87 ^{ns}	5,56 ^{**}	3,09 [*]	0,25 ^{ns}	6,78 ^{**}	4,22 [*]	0,25 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Potássio	0,61 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,97 ^{ns}	109,01 ^{**}	0,17 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,31 ^{ns}	2,58 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,99 ^{ns}	2,18 ^{ns}
NxK	0,89 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,08 ^{ns}	2,63 [*]	2,36 [*]	0,59 ^{ns}	2,79 [*]	1,67 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,03 ^{ns}	2,63 ^{ns}
CV (%)	6,4	16,1	30,5	22,0	22,7	31,1	21,7	18,4	12,6	10,6	20,8	25,2	23,2	27,6	39,9	31,0
⁽¹⁾ pH (CaCl ₂); ⁽²⁾ P (Resina)																

** * ns - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,2-0,4 m da faixa adubada, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

Treatment	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻	
		g dm ⁻³			mmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³									
Doses de N																	
0	5,1	6	7	4,1	13	6	19	23,1	42,1	55	0,15	2,3	9	13,8	0,1	5	
0,5	4,9	7	9	3,5	13	6	23	22,5	45,5	49	0,15	2,1	11	20,2	0,1	6	
1,0	4,8	6	5	3,1	10	5	24	18,1	42,1	43	0,17	2,4	12	23,2	0,1	6	
2,0	4,5	6	7	3,4	10	4	28	17,4	45,4	38	0,18	2,3	14	32,1	0,1	7	
Doses de K₂O																	
0	4,9	7	8	1,4	14	6	24	21,4	45,4	47	0,15	2,6	11	20,8	0,1	5	
0,55	4,8	6	6	2,5	11	6	22	19,5	41,5	47	0,17	2,2	11	21,5	0,1	4	
1,1	4,8	7	7	3,9	12	5	25	20,9	45,9	45	0,17	2,2	12	22,9	0,1	5	
2,2	4,7	6	7	6,3	10	4	24	20,3	44,3	46	0,16	2,2	12	24,1	0,1	7	
Teste F																	
Nitrogênio	8,16 [*]	0,69 ^{ns}	2,53 ^{ns}	8,1 ^{**}	7,73 ^{**}	6,42 ^{**}	7,58 ^{**}	10,11 ^{**}	1,65 ^{ns}	12,94 ^{**}	3,40 [*]	0,29 ^{ns}	18,78 ^{**}	20,86 ^{**}	1,45 ^{ns}	1,40 ^{ns}	
Potássio	0,45 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,01 ^{ns}	189,06 ^{**}	5,60 ^{**}	6,39 ^{**}	0,53 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,93 ^{ns}	2,36 ^{ns}	
NxK	0,69 ^{ns}	0,91 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,00 ^{ns}	
CV (%)	6,37	22,7	45,5	15,2	18,2	24,8	19,6	15,7	12,6	14,4	13,8	28,2	15,6	25,9	29,1	52,3	
⁽¹⁾ pH (CaCl ₂); ⁽²⁾ P (Resina)																	

** , ns - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0-0,2 m da entrelinha, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

Treatment	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻			
		g dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			%									mg dm ⁻³		
Doses de N																			
0	6,2	11	10	2,1	23	14	12	39,1	51,1	76	0,18	9,9	8	11,4	0,2	2			
0,5	6,2	10	12	2,2	25	15	12	42,2	54,2	78	0,18	9,0	7	11,2	0,2	2			
1,0	6,3	12	9	2,5	26	16	12	44,5	56,5	79	0,18	10,1	7	11,0	0,3	3			
2,0	6,1	12	9	2,2	25	14	13	41,2	54,2	76	0,19	11,1	8	12,0	0,3	2			
Doses de K₂O																			
0	6,2	11	7	2,3	24	14	12	40,3	52,3	77	0,18	9,8	7	11,8	0,2	2			
0,55	6,2	11	12	2,4	24	15	12	41,4	53,4	77	0,18	9,5	7	10,7	0,2	2			
1,1	6,2	11	13	2,2	26	15	12	43,2	55,2	78	0,18	10,6	7	11,4	0,3	2			
2,2	6,2	11	8	2,0	25	14	13	41,0	54,0	76	0,18	10,2	7	11,6	0,3	2			
Teste F																			
Nitrogênio	1,12 ^{ns}	4,10 [*]	1,38 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,28 ^{ns}	1,74 ^{ns}	1,17 ^{ns}	2,23 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,72 ^{ns}			
Potássio	0,09 ^{ns}	0,10 ^{ns}	5,56 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,56 ^{ns}	4,15 [*]	0,13 ^{ns}			
NxK	0,31 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,08 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,97 ^{ns}	1,35 ^{ns}	2,10 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,06 ^{ns}			
CV (%)	3,8	14,4	37,2	23,0	11,6	12,9	12,2	10,6	9,2	3,35	10,2	33,7	18,9	19,3	23,4	23,4			
⁽¹⁾ pH (CaCl ₂); ⁽²⁾ P (Resina)																			

* , ns - significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 7. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,2-0,4 m da entrelinha, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

Tratamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
Doses de N																
0	5,8	5	4	2,6	18	10	14	30,6	44,6	69	0,19	1,6	7	10,9	0,1	4
0,5	6,0	6	3	2,9	19	11	14	32,8	46,9	70	0,19	1,5	7	10,2	0,1	4
1,0	5,9	6	4	2,7	22	11	14	35,7	49,7	72	0,19	1,8	7	11,3	0,1	4
2,0	5,8	6	4	2,9	20	10	15	32,9	47,9	69	0,18	1,7	7	11,6	0,1	4
Doses de K₂O																
0	5,8	6	4	2,7	21	10	14	33,7	47,7	71	0,20	1,6	7	10,9	0,1	4
0,55	6,0	6	3	2,8	20	11	13	33,8	46,8	72	0,19	1,8	6	10,6	0,1	4
1,1	5,8	6	4	2,7	20	10	15	32,7	47,7	69	0,18	1,6	7	10,9	0,1	4
2,2	5,8	6	4	2,9	20	11	14	33,9	47,9	71	0,18	1,6	7	11,6	0,1	4
Teste F																
Nitrogênio	1,18 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,67 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Potássio	0,98 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,33 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,26 ^{ns}
NxK	1,23 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,88 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV (%)	4,3	21,6	28,7	17,0	21,1	19,4	10,8	17,1	13,0	5,3	11,7	30,5	15,7	28,3	33,3	24,5

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

ns - não significativo.

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0-0,2 m da faixa adubada, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

Treatment	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al) SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	%	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
Doses de N															
0	5,5	12	46	5,3	25	8	16	38,3	54,3	0,14	12,4	13	10,8	0,4	6
0,5	5,0	10	33	4,0	19	5	24	28,0	52,0	0,18	13,4	21	14,5	0,4	6
1,0	5,0	11	35	3,7	16	5	25	24,7	49,7	0,18	14,2	23	13,9	0,4	7
2,0	4,8	11	44	3,6	18	6	28	27,6	55,6	0,20	13,1	24	18,1	0,5	7
Doses de K₂O															
0	5,0	11	36	1,2	21	7	26	29,2	55,2	0,17	13,9	21	16,2	0,4	7
0,55	5,2	11	42	3,5	22	7	22	32,5	54,5	0,17	14,4	19	13,7	0,4	6
1,1	5,0	10	37	4,9	17	5	24	26,9	50,9	0,17	12,3	20	13,9	0,4	6
2,2	5,1	11	41	7,2	18	5	22	30,2	52,2	0,18	12,5	20	13,6	0,4	6
Teste F															
Nitrogênio	8,81 ^{**}	4,84 ^{**}	10,05 ^{**}	22,79 ^{**}	6,8 ^{**}	4,72 ^{**}	12,03 ^{**}	9,99 ^{**}	2,15 ^{ns}	15,03 ^{**}	0,61 ^{ns}	25,14 ^{**}	8,70 ^{**}	3,73 [*]	0,12 ^{ns}
Potássio	1,05 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,91 ^{ns}	245,69 ^{**}	2,16 ^{ns}	2,75 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,43 ^{ns}
NxK	0,85 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1,18 ^{ns}	6,64 ^{**}	1,36 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,07 ^{ns}
CV (%)	6,7	10,5	18,1	13,4	27,0	29,9	22,1	21,1	12,0	14,9	16,8	17,2	24,7	23,1	22,0
⁽¹⁾ pH (CaCl ₂); ⁽²⁾ P (Resina)															

^{**}, ^{*}, ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 9. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,2-0,4 m da faixa adubada, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

Treatamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³				%				mg dm ⁻³		
Doses de N																
0	4,8	8	11	4,7	11	5	24	20,7	44,7	46	0,14	2,1	9	10,8	0,2	10
0,5	4,6	7	11	3,6	10	5	27	18,6	45,6	41	0,15	1,9	11	16,3	0,1	12
1,0	4,5	7	9	3,3	8	4	28	15,3	43,3	35	0,17	2,1	14	21,1	0,1	13
2,0	4,2	7	9	3,0	7	3	36	13,0	49,0	26	0,18	2,2	18	25,2	0,1	14
Doses de K₂O																
0	4,6	7	10	0,9	10	5	28	15,9	43,9	36	0,16	2,2	12	17,5	0,1	12
0,55	4,6	8	10	2,5	9	4	27	15,5	42,5	36	0,16	2,1	12	16,1	0,1	10
1,1	4,5	8	11	4,4	9	4	29	17,4	46,4	37	0,16	2,0	14	19,8	0,2	13
2,2	4,5	7	9	6,9	9	3	30	18,9	48,9	39	0,16	2,0	14	20,0	0,2	13
Teste F																
Nitrogênio	10,28 ^{**}	1,32 ^{ns}	1,85 ^{ns}	16,47 ^{**}	9,49 ^{**}	16,05 ^{**}	14,86 ^{**}	18,07 ^{**}	1,76 ^{ns}	24,21 ^{**}	5,42 ^{**}	0,94 ^{ns}	33,62 ^{**}	15,26 ^{**}	0,11 ^{ns}	2,01 ^{ns}
Potássio	0,24 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,51 ^{ns}	203,8 ^{**}	1,12 ^{ns}	5,69 ^{**}	0,85 ^{ns}	2,61 ^{ns}	2,75 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,59 ^{ns}	3,05 [*]	1,43 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1,80 ^{ns}
NxK	1,60 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,13 ^{ns}	2,20 ^{ns}	3,32 ^{**}	0,80 ^{ns}	2,77 [*]	0,63 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,89 ^{ns}
CV (%)	5,5	17,2	31,4	17,1	21,1	25,5	16,0	17,2	11,6	16,4	14,8	23,5	17,1	30,1	37,7	35,4

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

** * ns - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 10. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0-0,2 m da entrelinha, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

Tratamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
		g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	mmolc dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
Doses de N																
0	5,9	11	13	2,1	22	12	13	36,1	49,1	73	0,20	10,9	9	11,4	0,2	4
0,5	5,9	12	15	2,5	24	13	12	39,5	51,5	77	0,21	9,9	8	12,1	0,3	3
1,0	6,0	11	13	2,4	24	12	12	38,4	50,4	76	0,20	11,4	9	11,0	0,3	3
2,0	6,0	12	14	2,3	25	13	13	40,3	53,3	76	0,20	12,9	8	12,4	0,3	3
Doses de K₂O																
0	5,9	11	14	2,2	24	12	13	38,2	51,2	75	0,22	12,1	9	12,0	0,3	3
0,55	5,9	11	12	2,3	23	12	14	37,3	51,3	73	0,19	10,9	8	11,8	0,3	3
1,1	5,9	11	14	2,4	24	13	12	39,4	51,4	77	0,21	12,0	8	11,7	0,3	4
2,2	6,0	12	14	2,4	24	12	12	38,4	50,4	76	0,20	11,3	8	11,5	0,3	3
Teste F																
Nitrogênio	0,16 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,54 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,84 ^{ns}	1,73 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,47 ^{ns}	2,24 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,03 ^{ns}
Potássio	0,13 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,25 ^{ns}	2,04 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,38 ^{ns}
NxK	1,01 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,92 ^{ns}
CV (%)	4,0	12,0	33,5	18,5	13,8	15,0	16,3	12,7	9,4	5,8	12,5	25,8	18,2	21,0	34,3	35,2

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

^{ns} - não significativo.

Tabela 11. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,2-0,4 m da entrelinha, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

Tratamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ⁻²
		g dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³								
Doses de N																
0	5,6	8	4	2,6	16	8	15	26,6	41,6	64	0,17	1,7	7	10,6	0,1	4
0,5	5,6	7	4	2,6	16	9	15	27,6	42,7	65	0,17	1,8	7	11,7	0,1	4
1,0	5,6	7	4	2,6	16	8	15	26,6	41,6	64	0,17	1,9	7	10,5	0,1	5
2,0	5,6	8	4	2,5	17	8	16	27,5	43,5	63	0,19	2,0	7	11,4	0,1	4
Doses de K₂O																
0	5,6	7	4	2,7	16	8	16	26,7	42,7	62	0,18	1,9	7	11,3	0,1	4
0,55	5,6	7	4	2,3	17	8	15	27,3	42,3	64	0,18	2,0	7	11,5	0,1	4
1,1	5,6	7	4	2,6	16	8	15	26,6	41,6	64	0,17	1,6	7	9,7	0,1	4
2,2	5,5	7	4	2,6	16	8	15	26,6	41,6	64	0,18	1,8	8	11,7	0,1	4
Teste F																
Nitrogênio	0,16 ^{ns}	1,46 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,75 ^{ns}	2,14 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Potássio	0,77 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,56 ^{ns}	2,30 ^{ns}	2,57 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,13 ^{ns}
NxK	0,50 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,63 ^{ns}	2,14 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,66 ^{ns}
CV (%)	2,2	16,1	28,2	27,6	17,7	17,4	11,0	15,2	10,6	6,7	12,9	21,7	15,4	21,5	18,9	37,3

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

^{ns} - não significativo.

Tabela 12. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0-0,2 m da faixa adubada, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

Tratamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻	
		g dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³									
		%															
Doses de N																	
0	5,7	12	47	4,0	30	9	13	43,0	56,0	77	0,17	13,8	11	11,8	0,4	2	
0,5	5,2	12	44	3,0	22	7	22	32,0	54,0	59	0,20	13,9	23	17,5	0,5	3	
1,0	5,1	11	47	2,8	21	7	23	30,8	53,8	57	0,22	14,8	24	16,7	0,4	3	
2,0	4,9	10	42	2,5	17	6	25	25,5	50,5	50	0,22	13,4	30	15,0	0,4	3	
Doses de K₂O																	
0	5,2	11	43	1,1	24	7	21	32,1	53,1	60	0,20	14,2	22	15,8	0,4	3	
0,55	5,2	11	47	2,5	23	7	22	32,5	54,5	60	0,19	14,0	21	15,7	0,3	3	
1,1	5,3	11	46	3,3	23	7	20	33,3	53,3	62	0,21	13,6	22	14,6	0,4	3	
2,2	5,2	11	43	5,4	20	7	20	32,4	52,4	62	0,21	14,0	23	14,9	0,4	3	
Teste F																	
Nitrogênio	18,18 ^{**}	2,66 ^{ns}	0,45 ^{ns}	12,60 ^{**}	8,82 ^{**}	4,78 ^{**}	13,49 ^{**}	9,52 ^{**}	1,10 ^{ns}	15,60 ^{**}	6,51 ^{**}	0,38 ^{ns}	24,85 ^{**}	6,43 ^{**}	0,11 ^{ns}	1,82 ^{ns}	
Potássio	0,31 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,34 ^{ns}	103,82 ^{**}	0,90 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,24 ^{ns}	
NxK	1,53 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,94 ^{ns}	1,91 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,39 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,62 ^{ns}	
CV (%)	4,9	14,3	28,9	20,4	27,5	25,9	23,6	24,4	12,7	16,1	17,12	23,8	25,3	22,7	23,1	36,9	
⁽¹⁾ pH (CaCl ₂); ⁽²⁾ P (Resina)																	

** * ns - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 13. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,2-0,4 m da faixa adubada, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

Treatment	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
		g dm ⁻³ mg dm ⁻³ mmolc dm ⁻³ %														
Doses de N																
0	5,2	7	12	5,0	13	6	18	24,0	42,0	57	0,13	2,9	11	12,3	0,2	4
0,5	4,8	7	9	3,8	12	5	24	20,8	44,8	46	0,13	3,2	14	19,5	0,2	6
1,0	4,7	7	9	3,1	10	4	26	17,1	43,1	40	0,16	2,9	16	21,9	0,2	7
2,0	4,2	7	8	2,7	6	3	32	11,7	43,7	27	0,17	2,6	21	21,2	0,2	9
Doses de K₂O																
0	4,8	7	10	1,0	12	5	24	18,0	42,0	43	0,15	3,1	15	19,4	0,2	7
0,55	4,8	7	10	2,9	11	4	25	17,9	42,9	42	0,15	2,9	16	17,3	0,2	5
1,1	4,6	7	9	4,1	9	4	26	17,1	43,1	40	0,15	2,7	15	18,3	0,2	6
2,2	4,7	7	10	6,6	9	3	25	18,6	43,6	43	0,14	2,9	16	19,8	0,2	7
Teste F																
Nitrogênio	18,57 ^{**}	0,94 ^{ns}	2,36 ^{ns}	43,85 ^{**}	10,63 ^{**}	12,76 ^{**}	12,08 ^{**}	16,13 ^{**}	0,64 ^{ns}	20,38 ^{**}	18,34 ^{**}	1,01 ^{ns}	26,12 ^{**}	9,43 ^{**}	0,62 ^{ns}	4,27 [*]
Potássio	0,81 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,14 ^{ns}	247,08 ^{**}	2,23 ^{ns}	3,70 [*]	0,35 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,08 ^{ns}
NxK	0,31 ^{ns}	2,00 ^{ns}	0,86 ^{ns}	5,99 ^{**}	0,77 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,34 ^{ns}
CV (%)	6,7	14,0	34,1	14,2	29,7	33,5	23,2	24,7	13,0	22,9	11,6	31,8	18,3	26,4	37,9	44,5

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

^{**} ^{*} ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 14. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,0-0,2 m da entrelinha, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

Tratamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
Doses de N																
0	5,9	10	10	2,1	28	14	13	44,1	57,1	77	0,15	8,9	9	11,4	0,2	2
0,5	5,9	10	11	1,9	28	14	12	43,9	55,9	78	0,15	8,9	8	10,6	0,2	2
1,0	6,0	11	11	1,7	30	15	12	46,7	58,7	79	0,15	9,6	9	9,3	0,2	2
2,0	5,9	11	10	2,1	29	15	13	46,1	59,1	78	0,17	10,0	9	10,3	0,2	2
Doses de K₂O																
0	6,0	11	10	1,9	30	15	12	46,9	58,9	80	0,16	10,1	9	10,9	0,2	2
0,55	5,9	11	10	2,0	27	14	12	43,0	55,0	78	0,15	8,9	9	10,2	0,2	2
1,1	5,9	10	11	1,9	30	14	13	45,9	58,9	78	0,15	9,7	8	10,1	0,2	2
2,2	5,9	11	11	1,9	28	14	13	43,9	56,9	77	0,16	8,7	9	10,4	0,2	2
Teste F																
Nitrogênio	0,95 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,30 ^{ns}	2,09 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,71 ^{ns}	3,39*	0,53 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,35 ^{ns}	3,14*	1,25 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Potássio	0,53 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,22 ^{ns}
NxK	2,35*	1,33 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,85 ^{ns}	1,39 ^{ns}	3,64**	1,52 ^{ns}	0,85 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,71 ^{ns}
CV (%)	2,8	12,8	31,4	21,2	15,1	15,9	7,9	13,8	11,5	2,9	15,4	32,0	12,2	26,4	25,9	35,5

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

** * ns - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 15. Valores médios dos parâmetros químicos do Argissolo Vermelho-Amarelo, na camada de 0,2-0,4 m da entrelinha, em função de doses de N e K₂O, em Kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

Tratamento	pH ⁽¹⁾	M.O.	P ⁽²⁾	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻
Doses de N																
0	5,6	7	6	2,4	19	10	13	31,4	44,4	71	0,13	1,3	7	8,1	0,2	2
0,5	5,7	7	6	2,5	21	11	12	34,5	46,5	74	0,12	1,3	7	7,5	0,2	1
1,0	5,7	7	6	2,1	21	10	13	33,1	46,1	72	0,14	1,5	6	7,7	0,2	2
2,0	5,6	7	5	2,5	21	10	13	33,5	46,5	72	0,12	1,5	7	8,2	0,2	2
Doses de K₂O																
0	5,6	7	6	2,2	20	10	13	32,2	45,2	71	0,13	1,4	7	7,3	0,2	1
0,55	5,6	7	5	2,3	20	9	12	31,3	43,3	72	0,13	1,4	7	8,3	0,2	2
1,1	5,7	7	6	2,5	21	11	13	34,5	47,5	73	0,12	1,3	7	7,9	0,2	2
2,2	5,6	7	6	2,5	21	11	13	34,5	47,5	73	0,12	1,5	8	8,0	0,1	2
Teste F																
Nitrogênio	0,87 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,69 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,92 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Potássio	1,10 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,65 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,59 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,69 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,09 ^{ns}
NxK	0,87 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,28 ^{ns}	1,41 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,96 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,42 ^{ns}
CV (%)	2,3	15,7	28,5	26,1	16,9	15,9	11,5	14,3	11,0	4,7	19,9	28,6	14,4	19,1	30,5	52,3

⁽¹⁾ pH (CaCl₂); ⁽²⁾ P (Resina)

^{ns} - não significativo.

Tabela 16. Teores foliares de macro e micronutrientes em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N											
	-----g kg ⁻¹ -----										
0	16,2	1,7	16,1	9,4	2,2	2,3	41,9	11,6	67,8	59,7	16,8
0,5	16,9	1,6	15,9	9,5	2,2	2,5	41,8	11,3	64,8	56,5	15,8
1,0	16,4	1,6	16,4	9,4	2,2	2,4	41,8	11,2	67,0	57,1	15,8
2,0	17,2	1,6	15,8	9,5	2,0	2,3	40,9	11,0	63,7	53,3	15,3
Doses de K₂O											
0	16,9	1,6	15,9	8,9	2,1	2,3	39,8	11,0	65,7	52,3	16,0
0,55	16,4	1,6	15,8	9,7	2,2	2,3	43,0	11,4	63,6	60,8	15,4
1,1	16,7	1,6	16,3	9,5	2,2	2,4	41,4	11,3	70,5	57,8	16,0
2,2	16,7	1,6	16,3	9,7	2,1	2,4	42,1	11,3	63,4	55,6	16,4
Teste F											
N	1,29 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,70 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,87 ^{ns}	3,35*
K	0,23 ^{ns}	0,40 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,41 ^{ns}	2,71 ^{ns}	0,21 ^{ns}	2,34 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,43 ^{ns}
NxK	0,88 ^{ns}	1,23 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,54 ^{ns}
CV (%)	8,8	5,1	5,0	13,1	7,5	8,8	6,7	12,4	11,4	17,3	7,5

*^{ns} - significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 17. Teores foliares de macro e micronutrientes em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N											
	-----g kg ⁻¹ -----										
	-----mg kg ⁻¹ -----										
0	17,4	1,8	14,8	7,4	2,0	2,7	30	35	46	43	18
0,5	20,4	1,5	15,3	8,0	2,1	2,2	25	31	52	54	17
1,0	21,4	1,4	15,8	8,4	2,1	2,2	25	31	53	70	17
2,0	22,9	1,4	15,3	7,9	2,1	2,1	23	31	45	93	16
Doses de K₂O											
0	20,6	1,5	14,0	8,1	2,2	2,3	25	32	47	55	16
0,55	19,9	1,6	15,0	8,0	2,1	2,3	26	30	44	63	16
1,1	20,5	1,5	15,8	7,9	2,0	2,3	26	33	48	70	17
2,2	21,2	1,5	16,4	7,7	1,9	2,4	25	34	57	72	18
Teste F											
N	18,53 ^{**}	37,30 ^{**}	2,07 ^{ns}	2,57 ^{ns}	3,74 [*]	16,67 ^{**}	7,27 ^{**}	1,41 ^{ns}	1,10 ^{ns}	47,41 ^{**}	1,02 ^{ns}
K	1,04 ^{ns}	1,37 ^{ns}	11,87 ^{**}	0,41 ^{ns}	7,20 ^{**}	0,48 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,77 ^{ns}	5,48 ^{**}	1,82 ^{ns}
NxK	0,43 ^{ns}	2,40 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,75 ^{ns}	2,04 ^{ns}	1,98 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,69 ^{ns}	0,36 ^{ns}
CV (%)	8,7	6,3	6,7	11,0	6,2	9,5	14,2	19,8	28,8	16,9	14,4

^{**} ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 18. Teores foliares de macro e micronutrientes em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N											
	-----g kg ⁻¹ -----										
	-----mg kg ⁻¹ -----										
0	16,4	1,6	13,9	5,7	1,9	2,2	21	45	81	50	17
0,5	19,3	1,2	14,3	6,4	2,0	2,2	16	53	80	73	18
1,0	21,0	1,2	14,3	6,8	2,1	2,3	16	49	85	99	16
2,0	21,7	1,1	14,4	6,7	2,0	2,0	15	49	91	131	17
Doses de K₂O											
0	19,0	1,2	13,5	6,5	2,1	2,0	17	51	85	67	16
0,55	19,5	1,3	14,0	6,3	2,0	2,1	18	48	87	86	17
1,1	19,8	1,3	14,2	6,4	2,0	2,3	16	46	76	95	17
2,2	20,2	1,3	15,1	6,4	1,9	2,3	17	49	88	105	18
Teste F											
N	40,63 ^{**}	28,66 ^{**}	0,48 ^{ns}	3,18 [*]	2,12 ^{ns}	0,97 ^{ns}	7,8 ^{**}	3,15 ^{ns}	0,59 ^{ns}	62,12 ^{**}	1,06 ^{ns}
K	1,80 ^{ns}	2,28 ^{ns}	4,71 ^{**}	0,18 ^{ns}	2,18 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,76 ^{ns}	13,40 ^{**}	0,46 ^{ns}
NxK	0,28 ^{ns}	2,74 [*]	1,13 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,46 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,75 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,83 ^{ns}	3,29 ^{**}	1,25 ^{ns}
CV (%)	6,6	10,2	7,5	14,7	8,1	15,7	20,2	12,6	27,1	17,2	22,1

^{**} ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 19. Teores foliares de macro e micronutrientes em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o quarto ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N -----g kg ⁻¹ -----mg kg ⁻¹ -----											
0	16,8	2,1	15,1	6,8	2,2	2,6	14	86	86	52	26
0,5	17,8	1,6	15,1	7,4	2,3	2,3	11	104	82	76	26
1,0	18,9	1,5	14,9	6,6	2,0	2,1	10	87	78	80	25
2,0	20,1	1,3	15,5	6,9	2,1	2,1	9	96	79	130	25
Doses de K ₂ O											
0	18,0	1,6	13,4	7,2	2,3	2,2	11	92	79	68	26
0,55	18,2	1,7	15,1	7,5	2,3	2,4	12	90	82	92	24
1,1	18,4	1,7	15,6	6,7	2,1	2,2	10	98	80	83	22
2,2	19,0	1,6	16,6	6,3	1,9	2,2	12	94	85	94	31
Teste F											
N	25,51 ^{**}	23,58 ^{**}	0,39 ^{ns}	1,05 ^{ns}	2,34 ^{ns}	10,68 ^{**}	15,89 ^{**}	1,31 ^{ns}	1,16 ^{ns}	34,04 ^{**}	0,03 ^{ns}
K	2,54 ^{ns}	0,67 ^{ns}	10,68 ^{**}	2,73 ^{ns}	12,34 ^{**}	1,83 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,64 ^{ns}	4,46 [*]	1,60 ^{ns}
NxK	0,84 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,58 ^{ns}	2,08 ^{ns}	2,29 [*]	1,59 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,75 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,80 ^{ns}
CV (%)	5,4	15,2	9,5	15,8	10,0	10,4	16,2	26,2	13,8	23,0	41,5

^{**}, ^{ns}, ^{*} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 20. Teores de macro e micronutrientes em frutos de goiabeira em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o primeiro ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N -----g kg ⁻¹ -----mg kg ⁻¹ -----											
0	7,2	1,0	14,4	0,6	0,6	1,1	15	6	19	8	11
0,5	9,8	1,2	16,0	0,5	0,7	1,2	15	8	32	10	12
1,0	10,7	1,1	16,6	0,5	0,7	1,3	14	8	31	11	12
2,0	11,1	1,1	16,4	0,5	0,7	1,3	15	7	24	10	12
Doses de K ₂ O											
0	9,6	1,1	15,0	0,5	0,7	1,2	15	7	31	8	12
0,55	9,7	1,1	15,9	0,5	0,7	1,2	15	7	23	10	11
1,1	9,5	1,1	15,9	0,5	0,7	1,2	15	7	29	11	12
2,2	10,1	1,1	16,6	0,5	0,7	1,2	14	7	21	10	11
Teste F											
N	33,71 ^{**}	2,77 ^{ns}	5,92 ^{**}	0,74 ^{ns}	0,97 ^{ns}	3,72 [*]	1,36 ^{ns}	5,20 ^{**}	2,41 ^{ns}	4,03 [*]	0,67 ^{ns}
K	0,81 ^{ns}	0,84 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,59 ^{ns}	2,55 ^{ns}	0,56 ^{ns}
NxK	0,79 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,86 ^{ns}
CV (%)	10,8	10,0	8,8	23,5	10,4	14,6	11,3	17,9	50,9	28,5	16,1

^{**}, ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 21. Teores de macro e micronutrientes em frutos de goiabeira em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o segundo ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N -----g kg ⁻¹ -----mg kg ⁻¹ -----											
0	7,3	1,0	11,9	0,3	0,7	0,9	10	6	43	6	14
0,5	9,3	1,0	13,0	0,3	0,7	1,1	8	7	31	8	12
1,0	9,2	0,8	13,3	0,3	0,6	1,1	8	7	27	9	11
2,0	9,6	0,9	13,0	0,3	0,6	1,0	8	7	27	10	10
Doses de K ₂ O											
0	9,1	0,9	12,3	0,3	0,7	1,1	9	7	28	7	12
0,55	8,7	0,9	12,5	0,3	0,6	0,9	9	6	32	8	11
1,1	8,8	0,9	12,9	0,3	0,7	1,0	9	7	34	9	12
2,2	9,0	0,9	13,4	0,3	0,7	1,1	8	6	34	9	12
Teste F											
N	11,19 ^{**}	3,32 [*]	2,52 ^{ns}	3,26 [*]	1,86 ^{ns}	1,27 ^{ns}	8,17 ^{**}	1,82 ^{ns}	2,02 ^{ns}	9,12 ^{**}	4,07 [*]
K	0,23 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,69 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,18 ^{ns}
NxK	0,63 ^{ns}	1,59 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,66 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,27 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,38 ^{ns}
CV (%)	12,9	22,7	10,8	22,6	10,4	23,8	12,5	15,9	58,5	21,0	27,0

^{**}, ^{*}, ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 22. Teores de macro e micronutrientes em frutos de goiabeira em função das doses de N e K₂O, em kg planta⁻¹, com os respectivos valores do teste F e CV da análise de variância, para o terceiro ciclo produtivo.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Doses de N -----g kg ⁻¹ -----mg kg ⁻¹ -----											
0	6,5	1,0	11,2	0,7	0,7	0,8	10	7	52	4	11
0,5	7,2	0,8	11,4	0,6	0,6	0,8	8	7	50	7	11
1,0	7,9	0,8	11,3	0,7	0,6	0,9	9	7	41	9	9
2,0	8,2	0,8	11,0	0,6	0,6	0,9	9	8	50	11	10
Doses de K ₂ O											
0	6,9	0,8	10,0	0,7	0,6	0,8	10	7	49	5	10
0,55	7,8	0,9	11,2	0,6	0,7	0,9	10	7	55	8	10
1,1	7,4	0,8	11,4	0,7	0,6	0,8	8	7	38	8	10
2,2	7,9	0,8	12,2	0,5	0,6	0,8	8	8	51	9	10
Teste F											
N	10,91 ^{**}	18,20 ^{**}	0,26 ^{ns}	1,38 ^{ns}	5,77 ^{**}	2,32 ^{ns}	4,41 [*]	1,13 ^{ns}	1,19 ^{ns}	24,62 ^{**}	2,65 ^{ns}
K	4,04 [*]	4,17 [*]	6,75 ^{**}	2,08 ^{ns}	1,69 ^{ns}	0,14 ^{ns}	2,99 [*]	1,85 ^{ns}	2,52 ^{ns}	7,46 ^{**}	0,54 ^{ns}
NxK	2,25 [*]	2,23 [*]	2,17 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,85 ^{ns}	2,82 [*]	2,62 [*]	1,02 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,62 ^{ns}
CV (%)	10,4	10,3	10,7	36,5	11,1	11,9	15,1	21,2	32,3	26,3	16,4

^{**}, ^{*}, ^{ns} - significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente.