



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GERCIANE CABRAL DA SILVA

**QUALIDADE DE FRUTOS DA GOIABEIRA 'PALUMA' SOB
ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

JOÃO PESSOA-PB

2013



GERCIANE CABRAL DA SILVA

**QUALIDADE DE FRUTOS DA GOIABEIRA 'PALUMA' SOB
ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

JOÃO PESSOA-PB

2013



GERCIANE CABRAL DA SILVA

**QUALIDADE DE FRUTOS DA GOIABEIRA ‘PALUMA’ SOB
ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba em cumprimento aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof^a. Silvanda de Melo Silva, PhD

JOÃO PESSOA–PB

2013

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586q Silva, Gerciane Cabral da.
Qualidade da goiabeira "paluma" sob adubação
nitrogenada e potássica / Gerciane Cabral da Silva. -
João Pessoa, 2013.
f 82. : il.

Orientação: Silvanda de Melo Silva.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Adubação. 2. Maturação. 3. Ácido ascórbico. 4.
Nutrição mineral. I. Silva, Silvanda de Melo. II.
Título.

UFPB/BC



GERCIANE CABRAL DA SILVA

QUALIDADE DE FRUTOS DA GOIABEIRA 'PALUMA' SOB ADUBAÇÃO
NITROGENADA E POTÁSSICA

Dissertação APROVADA em 30 / Julho / 2013

BANCA EXAMINADORA



Prof. Silvana de Melo Silva, PhD
- PPGCTA/CCA/UFPB -
Orientadora



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
- PPGAgro/CCA/UFPB -
Examinador Externo



Pesq. Dra. Maria Auxiliadora Coelho de Lima
- Embrapa Semiárido -
Examinador Externo



Prof. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
- PPGCTA /DN/UFPB -
Examinador Interno

Dedico esta vitória a Deus,

*Aos meus pais Aguinaldo e Josefa, que sempre estão ao meu lado me apoiando, com amor e
compreensão;*

A meus irmãos Genilson e Geneilson, pelo incentivo, amor e companheirismo;

*A meus sobrinhos Thayssa, Halysson, Hugo José, Gabryella e Darlene, provas concretas, na
minha vida, que sem amor não somos nada.*

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por mais uma etapa conquistada e pela ajuda nos momentos de dificuldades.

À **Universidade Federal da Paraíba – UFPB e ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos** – pela acolhida e por ter me proporcionado mais aprendizado e crescimento profissional, possibilitando assim, minha titulação.

À **professora Silvanda**, pelos ensinamentos, pela orientação e amizade, pela paciência que teve comigo e, sobretudo, por não ser apenas orientadora e se fazer presente em todos os momentos que enfrentei nesta conquista.

À **EMEPA**, pela liberação e apoio a realização deste trabalho.

À **pesquisadora Maria Auxiliadora**, por concordar em participar da banca examinadora desta dissertação.

Aos **professores Adailson Pereira de Souza e Rejane Maria Nunes Mendonça**, pela ajuda nas análises estatísticas, pelas orientações na parte de nutrição mineral deste trabalho e, sobretudo, pela amizade.

A **todos os professores** do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, que foram peças fundamentais para minha formação nesta área.

Aos **professores Walter Esfrain e Rita Queiroga integrantes da banca examinadora de qualificação**, pelas sugestões e considerações na qualificação deste trabalho.

Aos **meus colegas da turma de Mestrado**, pelos laços fortes e energia positiva construída e irradiada durante toda nossa trajetória. Em especial a Isabelle, Jacinete, Lô-roama, Luciana e Lucivânia, pela paciência, carinho, companheirismo, palavras de incentivo e amizade.

Aos **bolsistas e estagiários e colegas de mestrado e doutorado do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita, do Centro de Ciências Agrárias- Areia – PB**, pela disponibilidade em sempre nos ajudar com alegria e paciência.

A minha prima Fátima Camelo, por estar ao meu lado em momentos difíceis desta trajetória e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Aos **produtores Aginaldo e Genilson**, pela atenção e disponibilidade da área de cultivo de goiabeiras, bem como, fornecimento dos frutos utilizados para a realização deste trabalho.

A minha primeira mestra, **Professora Alcioneaurea**, “in memoriam”, que, quando em vida, deu o primeiro impulso a minha vida científica, bem como pela amizade e carinho, em tão grandes proporções que serão eternamente considerados.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

"A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo" (Albert Einstein)

"Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas" (Carl Sagan)

RESUMO

SILVA, G.C da. Qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. 2013. 89fls. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Orientadora: Profa. Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

O Brasil vem se consolidando nos últimos oito anos como o terceiro maior produtor mundial de frutas. Especificamente para a goiaba, a produção brasileira, no ano de 2011, foi de 342.528 t, com destaque para a Região Nordeste, que produziu 151.903 t, o que representa 44 % da produção nacional. Além da produção deve se destacar também a qualidade destes frutos. Os fatores pré-colheita tem grande influência na qualidade pós-colheita dos produtos agrícolas. Dentre estes fatores, a adubação e, conseqüentemente, o estado nutricional das culturas podem afetar a produtividade, a qualidade e a conservação pós-colheita dos frutos. Com base no exposto, o objetivo deste experimento foi avaliar a qualidade dos frutos de goiabeira da variedade Paluma, através das características físicas e físico-químicas, bem como determinar, para as condições do Litoral Paraibano, as doses econômicas de nitrogênio (N) e potássio (K) que permitam atender aos requisitos de qualidade de mercado com máxima produtividade. O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por cinco frutos. Os tratamentos corresponderam às combinações de quatro doses de N, correspondentes a 50, 100, 150, 200 g.planta⁻¹, e quatro doses de K: 50, 100, 150, 200 g.planta⁻¹. As subparcelas abrangeram os cinco estádios de maturação característicos da goiaba. Em cada estádio de maturação, foi aplicada a técnica da superfície de resposta para as doses de N e K. Para a escolha dos modelos, adotou-se o critério de coeficientes de determinação (R²) de, no mínimo, 50%. As variáveis avaliadas foram: massa fresca, diâmetro transversal, comprimento axial, espessura do mesocarpo, espessura da placenta na polpa, firmeza da polpa, sólidos solúveis (SS), açúcares redutores (AR), relação SS/AT, acidez titulável (AT), pH e teor de ácido ascórbico. Para a massa fresca, a demanda em relação às doses de N foram crescentes, passando de 50 g N.planta⁻¹ no estádio 2 para 100 g N.planta⁻¹ no estádio 4. Estas doses promoveram as maiores massas frescas para estes estádios de maturação. Para o K esta necessidade foi de 183 g K.planta⁻¹ no estádio 2, enquanto no estádio 4 diminuiu para 100 g K.planta⁻¹. Isso demonstrou uma maior necessidade de K no início da maturação e diminuindo à medida que esta avança. Isso também aponta para uma relação inversamente proporcional da das demandas de N e K para o acúmulo da a massa fresca no decorrer da maturação. Com relação à espessura do mesocarpo, a demanda por N foi crescente enquanto para o K foi constante no decorrer da maturação. A dose de N de 100 g.planta⁻¹ e a de K 183 g.planta⁻¹ resultaram em frutos de melhor qualidade com relação às características físicas. Para as características físico-químicas, a dose de N de 100 g.planta⁻¹ e de K de 150 g.planta⁻¹ maximizaram as características físico-químicas da goiaba “Paluma”. As principais mudanças de qualidade ocorreram entre os estádios 3 e 5, quando os frutos apresentaram condições ideais para o consumo, decorrentes do acúmulo de sólidos solúveis e de açúcares solúveis. Para as variáveis físicas a aplicação de 100 g de N. planta⁻¹ e até 183 g de K. planta⁻¹ maximizaram os parâmetros avaliados. Por sua vez, para as variáveis físico-químicas recomenda-se a aplicação de aplicar 100 g planta⁻¹ de nitrogênio e 150 g planta⁻¹ de potássio.

Palavras – chave: adubação, maturação, qualidade, ácido ascórbico, nutrição mineral.

ABSTRACT

SILVA, G.C da. Quality of ‘Paluma’ guava tree fruits under nitrogen and potassium fertilization. 2013. 89f. Master Dissertation (Master in Food Science and Technology). Technology Center, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Paraíba State, Brazil. Advisor: Prof. Silvanda de Melo Silva, PhD

Brazil has been consolidating in recent years as the third largest producer of fruit in the world. Specifically for guava, Brazilian production in 2011 was 342,528 t, with a highlight in the Northeast region that produced 151,903 t, which represents 44% of the national production. In addition to the production should also be highlighted the quality of these fruits. Thus, the pre-harvest factors have a great influence on the postharvest quality of agricultural products. Among these factors, the fertilization and, consequently, the nutritional status of the crops can affect the productivity, the quality and the postharvest conservation of the fruits. Based on that, the objective of this experiment was to evaluate the quality of the guava fruits of the Paluma variety, through the physical and physicochemical characteristics, as well as to determine, for the conditions of the Paraíba Coast, the economic doses of nitrogen and potassium that allow to meet the quality requirements market with maximum productivity. The experimental design was a randomized complete block, in a split plot scheme with five replications. The experimental unit consisted of five fruits. The treatments corresponded to the combinations of four nitrogen doses, corresponding to 50, 100, 150, 200 g.plant⁻¹, and four doses of potassium: 50, 100, 150, 200 g.plant⁻¹. The subplots covered the five ripening stages characteristic of guava. For each maturation stage, the response surface technique was applied for N and K doses. For the choice of models, the criterion of determination coefficients (R²) of at least 50% was adopted. The variables evaluated were: fresh mass, transverse diameter, axial length, mesocarp thickness, placenta thickness in the pulp, pulp firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), reducing sugars, SS/AT ratio, pH and ascorbic acid content. For the fresh mass, the demand for nitrogen doses increased from 50 g.plant⁻¹ in stage 2 to 100 g.plant⁻¹ in stage 4. These doses promoted the largest fresh masses for these maturity stages. For potassium this requirement was 183 g.plant⁻¹ in stage 2, while in stage 4 it decreased to 100 g.plant⁻¹. This demonstrated a greater need for potassium at the onset of maturation, which declines as it progresses. This also points out an inversely proportional relation of the nitrogen and potassium demands for the accumulation of fresh mass during maturation. In relation to the thickness of the mesocarp, the demand for nitrogen was increasing while for the potassium was constant during the maturation. The N dose of 100 g.plant⁻¹ and that of K 183 g.plant⁻¹ resulted in better quality fruits with respect to physical characteristics. In turn, the physicochemical characteristics were maximized by the N dose of 100 g.plant⁻¹ and K of 150 g.plant⁻¹ of “Paluma” guava. Based on N and K fertilization, the main quality changes in “Paluma” guava occurred between the maturity stages 3 and 5, when fruits presented ideal conditions for fresh consumption, due to the accumulation of soluble solids and soluble sugars. For the physical variables, the application of 100 g of N. plant⁻¹ and up to 183 g of K. plant⁻¹ maximizes the evaluated parameters. For the physicochemical variables it is recommended to apply 100 g plant⁻¹ of nitrogen and 150 g of plant⁻¹ of potassium.

Keywords: fertilization, maturation, quality, ascorbic acid, mineral nutrition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

Figura 1. Diferentes estádios de maturação da goiaba “Paluma”.

Figura 2. Estimativa da massa fresca de goiabeira ‘Paluma’ submetida a doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 2, 3, 4, e 5 de maturação.

Figura 3. Estimativa da espessura do mesocarpo de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 1, 2, e 3 de maturação.

Figura 4. Estimativa da espessura da placenta de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 3 e 5 de maturação.

Figura 5. Estimativa para o comprimento axial de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 2, 4 e 5 de maturação.

Figura 6. Estimativa para o diâmetro transversal de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 3 e 5 de maturação.

Figura 7. Estimativa para a firmeza da polpa de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 1 e 5 de maturação.

Artigo 2: MATURAÇÃO E QUALIDADE DE GOIABA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

Figura 1. Diferentes estádios de maturação da goiaba “Paluma”.

Figura 2. Estimativa para o pH de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 2 e 5 de maturação.

Figura3. Estimativa para acidez titulável de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 2 e 4 de maturação.

Figura 4. Estimativa do teor de sólidos solúveis e da relação sólidos solúveis/acidez titulável de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisada quando no estádio 5 de maturação.

Figura 5. Estimativa para o teor de açúcares redutores em frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando nos estádios 1 e 2 de maturação.

Figura 6. Estimativa para o teor de ácido ascórbico de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio, analisadas quando os estádios 2 e 5 de maturação.

LISTA DE TABELAS

Artigo 1: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DE GOIABEIRA 'PALUMA' EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

Tabela 1. Doses de nitrogênio e potássio utilizadas pelo produtor nas goiabeiras 'Paluma'.

Artigo 2: MATURAÇÃO E QUALIDADE DE GOIABA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2.REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Aspectos gerais da goiaba (<i>Psidium guajava</i> , L.)	11
2.2 Nutrição Mineral.....	12
2.3Atributos de Qualidade.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 ANÁLISES FÍSICA.....	20
3.1.1 Massa fresca do fruto.....	20
3.1.2 Diâmetro transversal, comprimento axial do fruto, espessura do mesocarpo e espessura da placenta na polpa.....	20
3.1.3 Espessura da placenta na polpa.....	21
3.1.4 Firmeza da polpa.....	21
3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	21
3.2.1 Sólidos Solúveis.....	21
3.2.2 Açúcares Redutores	21
3.2.3 Relação SS/AT	21
3.2.4 Acidez Titulável	21
3.2.5 Potencial Hidrogeniônico.....	21
3.2.6 Vitamina C.....	21
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
5 RESULTADOS	24
5.1 ARTIGO	26
5.2 ARTIGO	42
6 CONCLUSÕES	55

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira colocação no *ranking* da produção mundial de frutas e é responsável por 5,7% do volume colhido, com uma produção de 41,5 milhões de toneladas, ficando atrás da China com 190,1 milhões de toneladas (26,1%) e da Índia com 86 milhões de toneladas (11,8%) (IBGE,2010). Ao se buscar um histórico da introdução de espécies frutíferas no Brasil, bem como o estudo das espécies nativas, pode-se afirmar que o potencial do país para a fruticultura tem raízes na tradição de quase cinco séculos (VALE, 1999).

A produção brasileira de goiaba, no ano de 2011, foi de 342.528 t e a produção no Nordeste foi de 151.903 t, o que representa 44% da produção nacional. Neste cenário, destacam-se os estados de Pernambuco, Ceará, Bahia e Paraíba (IBGE, 2011).

A goiabeira (*Psidium guajava*, L.) é originária da região tropical do continente americano, com centro de origem, provavelmente, na região compreendida entre o sul do México e o norte da América do Sul. Hoje, esta espécie encontra-se amplamente difundida por todas as regiões tropicais do mundo (Risterucci et al., 2005). Seu cultivo é muito importante do ponto de vista econômico e social, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, onde são cultivadas variedades de polpa branca e vermelha. As variedades de polpa branca para destinadas ao consumo in natura (principalmente na Região Sudeste) e as variedades de polpas vermelhas, são usadas preferencialmente para o processamento.

A cultivar Paluma é considerada de dupla aptidão, o pode ser uma vantagem para os produtores, uma vez que os frutos de melhor qualidade são destinados ao mercado para consumo in natura, alcançando melhores preços, e os demais são destinados ao processamento industrial, gerando produtos diversos. Esta cultivar é uma das mais importantes para o Brasil (ROZANE et al., 2009; SOUZA et al., 2009; AGRIANUAL, 2006; MANTOVANI et al., 2004).

A goiabeira ‘Paluma’ apresenta alta produtividade, é vigorosa, apresenta crescimento lateral e ciclo fenológico de aproximadamente 158 dias. Os frutos são grandes (com massa acima de 200g), piriformes e tem pescoço curto. Nos frutos maduros, a casca é lisa e amarela; a polpa é vermelha intensa, firme e espessa; o sabor é

agradável, graças ao elevado teor de açúcares e à acidez equilibrada, e as sementes aparecem em pequeno número (ROZANE; COUTO, 2003; PEREIRA, 1985).

Os fatores responsáveis pela qualidade dos frutos recebem a influência direta da cultivar, das condições climáticas, do solo, dos tratamentos culturais e dos estágios de maturação (HULME, 1970). No caso da goiaba, sua composição química recebe influência direta da variedade, da nutrição, do estágio de maturação e das condições climáticas durante o período de desenvolvimento dos frutos. Não há, portanto, possibilidade de extrapolar os resultados de uma região para outra, o que implica na necessidade de pesquisas de âmbito regional para o conhecimento da qualidade dos frutos (ESTEVES; CARVALHO, 1982).

A Paraíba, juntamente com Pernambuco, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte, apresenta-se como tendo elevado potencial para expansão da cultura na Região Nordeste. Dentre os fatores limitantes ao aumento das áreas de cultivo, destaca-se a falta de informação quanto às recomendações de adubação. Dentre os fatores pré-colheita que influenciam a qualidade pós-colheita dos produtos agrícolas, a adubação e, conseqüentemente, o estado nutricional das culturas são muito importantes, podendo afetar a produtividade, a qualidade e a conservação pós-colheita dos frutos (CARVALHO et al., 1994).

Nesse sentido, o nitrogênio (N) é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade, pois promove rápido crescimento, aumenta a área foliar e a qualidade do produto; acelera a maturação e promove rápido desenvolvimento de frutos e sementes. Por ser constituinte de aminoácidos, exigidos para síntese proteica e outros compostos relacionados, o N participa da maioria dos processos metabólicos (MARSCHNER, 1995). O fósforo por fazer parte da constituição dos compostos orgânicos, é essencial para a divisão celular, reprodução e o metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas) (MACHADO, 2009). O aumento das doses de fósforo resultou em aumento dos teores de vitamina C e de amido nos frutos da goiabeira ‘Paluma’ (SILVA et al., 2007). Por sua vez, o crescimento normal da planta também é afetado drasticamente pela adubação potássica. O potássio (K) é o nutriente que tem recebido maior atenção e conferido respostas mais acentuadas em termos de qualidade dos produtos, desempenhando papel fundamental na síntese de proteínas, carboidratos, açúcares e ácidos orgânicos (MARTIN-PRÉVEL, 1989). Entretanto, torna-se importante assegurar o equilíbrio nutricional das plantas, pois tanto a carência quanto o

excesso de macro, micronutrientes e até mesmo elementos úteis e benéficos, pode se constituir em fator limitante para os atributos de qualidade dos frutos (MARSCHNER, 1995).

Assim, são necessários estudos para avaliar a qualidades dos frutos de goiabeira, o que é realizado geralmente de maneira empírica, não tendo o devido respaldo técnico-científico. Por isso, faz-se necessário reconhecer as doses econômicas de nitrogênio e potássio a serem aplicadas à goiabeira nas diferentes regiões produtoras bem como verificar sua influência sobre a qualidade dos frutos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar as características físicas e físico-químicas na pós-colheita da goiaba 'Paluma' produzida sob efeito da adubação nitrogenada e potássica, bem como estimar doses recomendadas de Nitrogênio e Potássio, com vista não somente à obtenção de uma melhor qualidade do fruto para o consumo, mas também o seu potencial funcional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A GOIABEIRA E SEUS FRUTOS

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta originária do continente americano, sendo bastante amplo o seu centro de origem (do México ao Peru e Brasil). A expansão das espécies ocorreu em praticamente todas as regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre, levadas primeiramente por navegadores espanhóis e portugueses. Atualmente, alguns dos principais centros produtores são o Brasil, México, Índia, China, Paquistão e África do Sul.

Pertence à família Myrtaceae, constituindo-se em planta perene, de porte arbustivo ou semi-arbóreo, com 3 a 7 metros de altura. As frutas são variáveis em: tamanho, forma, sabor, peso e coloração da polpa, que pode ser branca, creme, amarela, rosa ou vermelha. É apreciada pelo seu aroma e sabor característicos, além do alto valor alimentício, sendo uma das frutas mais consumidas no Brasil. Seus frutos são empregados não somente na indústria, sob múltiplas formas (purê, polpa, néctar, suco, compota, sorvete, entre outros), como também são amplamente consumidos in natura (PEREIRA; KAVATI, 2011; TODA FRUTA, 2009; NATALE et al., 2007; GONZAGA NETO, 2001).

A goiabeira pode ser propagada tanto por via sexuada quanto por via assexuada, sendo esta última a forma mais utilizada devido à uniformidade genética para a formação de pomares comerciais (PEREIRA; NACHITIGAL, 1997). Adapta-se bem em qualquer região do Brasil, mas são considerados ideais os locais com precipitação média anual superior a 1.000 mm, bem distribuída, e temperatura média anual entre 18 e 25 °C. Não tolera geadas e ventos frios. Os solos, arenosos ou argilosos, devem ser profundos e bem drenados, pois a goiabeira não prospera em terrenos encharcados, pantanosos, mal arejados ou impermeáveis (TODA FRUTA, 2007).

Para a formação dos pomares comerciais, as mudas de goiabeira têm sido desenvolvidas, preferencialmente, de forma vegetativa (estaquia), utilizando-se de cultivares melhoradas, altamente produtivas, porém exigentes em termos nutricionais (NATALE et al., 1996),

Na goiabeira, os botões florais são formados entre 47 a 70 dias após a poda. E a floração ocorre entre 71 e 84 dias após a poda. O pegamento dos frutos ocorre, aproximadamente, aos 90 dias após a poda. Apresenta duas safras por ano, sendo que, no Brasil, o período de produção de goiaba é entre janeiro e março, com pico em fevereiro (ARGANDOÑA, 2005). Todavia, através de manejo tecnológico adequado, pode-se direcionar a época da colheita para períodos propícios comercialmente (HOJO et al., 2007; GONZAGA NETO, 1990).

A goiaba é uma excelente fruta para o consumo humano, dada a sua riqueza em vitamina C, carotenoides, potássio, fibras, cálcio e ferro, além de possuir baixa caloria e ótimo potencial antioxidante (MELTZER, 1998). Suas qualidades nutricionais fazem com que a goiaba tenha merecido atenção especial, tanto para o consumo *in natura* como para o desenvolvimento de novos produtos, com consumo de forma nova e diferente (DURIGAN et al., 2009).

Uma característica importante para o consumidor é a cor da polpa, sendo considerada o atributo primário de qualidade. O aspecto visual tem influência na intenção de compra. A polpa da goiaba é constituída pelo mesocarpo e pela placenta carnosa, contendo número variado de sementes de cor amarelo-pálida (GORGATTI NETTO et al., 1996). Segundo Choudhury et al. (2001), a coloração da polpa pode apresentar-se branca, creme, amarela, rosada, vermelha ou salmão, mas geralmente varia de branca a vermelha.

A variedade 'Paluma' é um clone derivado da Rubi-Supreme, a partir de sementes de polinização aberta. Possui frutos com peso variável de 140 a 250 g, piriformes, com pescoço curto, coloração da polpa vermelha intenso, pequena percentagem de sementes e com alto rendimento de polpa (93,8 %). Apresenta consistência firme e espessa, bom sabor devido ao teor de açúcares de aproximadamente 10 °Brix e a acidez equilibrada, bem como boa capacidade de conservação pós-colheita. Ademais, adequar-se para a produção de massa e consumo ao natural. Destaca-se por ser uma variedade muito produtiva, cujos frutos destinam-se tanto para indústria quanto para mercado *in natura* (PEREIRA et al., 2009; CAVALIN, 2004).

2.2 NUTRIÇÃO MINERAL

Na cultura da goiabeira, a nutrição mineral é um dos fatores mais importantes que contribuem diretamente na produtividade e qualidade dos frutos. O nitrogênio, potássio e o fósforo são os nutrientes mais aplicados nas adubações e devem ser fornecidos de acordo com as exigências de cada cultivar, nível tecnológico, fertilidade do solo, produção esperada, estágio de crescimento e condições climáticas.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta em cada estágio de desenvolvimento fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas. Deve-se ter consciência, no entanto, de que as curvas de absorção de nutrientes refletem aquilo de que a planta necessita e não o que deve ser aplicado, uma vez que se tem que considerar a eficiência de aproveitamento de nutrientes, que é variável segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo cultural, entre outros. De modo mais efetivo, essas curvas auxiliam no programa de adubação, principalmente na quantidade dos diferentes nutrientes que devem ser aplicados nos distintos estágios fisiológicos da cultura (VILLAS BÔAS, 2001).

Como os nutrientes exercem funções específicas dentro da planta, a carência ou excesso de um deles resulta em alterações metabólicas, morfológicas ou anatômicas específicas, que se traduzem em sinais externos. Esses sinais, juntamente com as análises de solo e folhas, completam o diagnóstico da disponibilidade dos nutrientes no solo, o que é fundamental no estabelecimento dos programas de adubação (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001).

Para fins de avaliação dos efeitos da nutrição mineral sobre a qualidade dos produtos, os nutrientes podem ser categorizados em três funções básicas: constituinte de estruturas orgânicas, ativador de reações enzimáticas e osmorreguladores ou carreadores. No primeiro grupo, estão incluídos N, fósforo (P) e enxofre (S), que servem como constituintes de proteínas e de ácidos nucleicos. Tanto o magnésio (Mg) quanto os micronutrientes podem também funcionar como constituintes de outras estruturas orgânicas, predominantemente moléculas de enzimas e atuar direta ou indiretamente na função catalítica de enzimas, constituindo, assim, o segundo grupo. O terceiro grupo é formado pelo K e pelo cloro (Cl), que não participam de estruturas orgânicas e atuam principalmente na osmorregulação, ou seja, na manutenção do

equilíbrio químico nas células e de seus compartimentos e na ativação de múltiplos sistemas enzimáticos (MENGEL & KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1995).

O potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exigidos pela goiabeira e devem ser aplicados na forma, na quantidade e também na época correta. O nitrogênio é o nutriente mais importante para aumentar a produção, enquanto que o potássio auxilia na estabilização da produção e na qualidade dos frutos (NATALE, et al., 1994; POTASH; PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA, 1990).

O nitrogênio (N) é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN; LEA, 1976; HARPER, 1994). Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (MALAVOLTA et al., 1997).

O estado nutricional das plantas, principalmente nitrogenado, está diretamente associado à qualidade e quantidade de clorofila. O N é nutriente essencial às plantas e sua carência é observada em quase todos os solos. O critério de identificação da deficiência de N é o aparecimento de clorose generalizada das folhas, o que está relacionado à partição do N na estrutura da molécula de clorofila (CARVALHO et al., 2003).

A deficiência de N, que proporciona menor síntese de clorofila, indica que a planta terá baixa eficiência na utilização da luz solar como fonte de energia no processo fotossintético; deste modo, a planta perde a habilidade de executar funções essenciais, como a absorção de nutrientes e produção de carboidratos para o desenvolvimento. Assim, as principais reações bioquímicas em plantas e micro-organismos envolvem a presença de N, o que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas. Desta forma, cerca de um quarto do gasto energético dos vegetais está relacionado às várias reações envolvidas na redução de nitrato a amônio e a consequente incorporação do N às formas orgânicas nas plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006)

Este elemento está disponível no solo em diversas formas, incluindo amônia, nitrato, aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis. As espécies vegetais diferem na sua preferência por fontes de nitrogênio, mas o absorvem principalmente sob

formas inorgânicas, como nitrato (NO_3^-) ou amônia (NH_4^+) (WILLIAMS; MILLER, 2001).

O fósforo é exigido em menor quantidade do que o nitrogênio e o potássio pelas plantas, porém, trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Este fato ocorre devido à baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais, que ocorre na maioria dos solos do Brasil, em virtude de seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

As plantas absorvem o P da solução do solo nas formas de íons fosfatos (H_2PO_4^-) e (HPO_4^{2-}), sendo que a predominância desta forma depende do pH do meio. Na faixa de pH entre 2 e 7, predomina o ânion H_2PO_4^- , forma absorvida pelo sistema radicular das plantas. A forma HPO_4^{2-} predomina em solos com pH na faixa de 7 a 12 (alcalinos); entretanto, a absorção é menos rápida se comparada com a forma H_2PO_4^- . Após a absorção, o P permanece na forma de fosfato e o radical fosfato no interior da planta pode estar com íons livres em solução e/ou ligado a cátions metálicos, formando compostos insolúveis cujas formas mais importantes são os ácidos nucleicos (DNA e RNA), fosfato de inositol, fosfolipídios de membranas celulares e compostos energéticos bioquímicos (ADP, ATP, creatina-fosfato e fosfoenolpiruvato). Por fazer parte da constituição destes compostos orgânicos, o P é essencial para a divisão celular, reprodução e o metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas) (MACHADO, 2009).

As plantas requerem um suprimento constante de fósforo durante todo o seu ciclo. No início do desenvolvimento, as quantidades exigidas são pequenas, aumentando com o tempo. Na etapa de frutificação, porém, as necessidades são atendidas em parte pelas mobilizações das reservas. O P é bastante móvel na planta, podendo, se necessário, ser deslocado de tecidos (ou partes) mais velhos para tecidos (ou partes) mais jovens via floema. Como os processos metabólicos são muito intensos nos tecidos em desenvolvimento, o P é geralmente encontrado em maiores concentrações neste tecido do que nos tecidos velhos (MACHADO, 2009).

O potássio é o elemento absorvido em grande quantidade pelas raízes, sendo o cátion mais abundante na planta. Exerce função importante no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção de água nos tecidos vegetais. O íon K^+ encontra-se predominantemente como cátion livre ou cátion

adsorvido e pode facilmente ser deslocado das células ou dos tecidos da planta. Essa alta mobilidade explica as principais funções e características do K^+ como o principal cátion que atua na neutralização de cargas e como o mais importante e ativo componente inorgânico osmótico (CLARKSON e HANSON, 1980). O K atua em muitos processos fisiológicos, ativando mais de 60 sistemas enzimáticos. Ela atua também na fotossíntese; favorece um alto estado de energia, necessário para produção de ATP; mantém o turgor das células; regula a abertura e fechamento dos estômatos; promove a absorção de água; regula a translocação de nutrientes na planta; favorece o armazenamento de carboidratos; incrementa a absorção de N e a síntese de proteínas; e participa da síntese de amido nas folhas. Uma adequada nutrição potássica tem efeito positivo no crescimento das raízes, aumento da resistência à seca e a baixas temperaturas, resistência a pragas e moléstias e ao acamamento de plantas, além de incrementar o teor de proteína, atuando na coloração e aroma dos frutos, teor de vitamina C, de sólidos solúveis e redução da incidência de desordens fisiológicas (IMAS, 1999; MALAVOLTA, 1994; RAIJ, 1991).

Embora a goiabeira tenha sido considerada durante muito tempo uma planta rústica, tolerante à acidez e pouco exigente em termos de solo, requerendo, assim, pouca atenção, a aplicação racional de fertilizantes promove aumentos substanciais na produção de frutos (NATALE, 1993).

As exigências nutricionais da cultura em macronutrientes, segundo alguns trabalhos encontrados na literatura internacional (AIYELAAGBE, 1989; CHHIBBA et al., 1987; WAGH e MAHAJAN, 1985), obedecem à seguinte ordem decrescente: $N > K >>> P$. Por outro lado, a literatura nacional (BRASIL SOBRINHO et al., 1961) indica a seguinte ordem de exigência: $K > N >>> P$.

Estimativas realizadas em goiabeiras da cultivar Paluma, com seis anos de idade, indicam que a parte aérea do pomar acumula em 1 hectare de vegetação, as seguintes quantidades de nutrientes: N = 14,8 kg; P = 1,2 kg; K = 11,8 kg; Ca = 13,0 kg; Mg = 3,6 kg; S = 2,8 kg; e, ainda, B = 44 g; Cu = 244 g; Fe = 414 g; Mn = 564 g e Zn = 42 g (NATALE, 1997). O fornecimento de nutrientes em quantidade necessária à planta, permite que a mesma possa expressar seu potencial, em termos de produção e qualidade dos frutos. A aplicação de nutrientes deve ser feita de forma contínua após a produção da planta, uma vez que esta exporta muitos nutrientes pelas colheitas.

A adubação de árvores frutíferas deve considerar ainda, a dificuldade em aliar a produtividade à qualidade do produto colhido, visto que o aspecto nutricional pode afetar características importantes do fruto como cor, sabor, tamanho, dentre outras (MALAVOLTA, 1994).

A cultura da goiaba evoluiu muito nos últimos anos, principalmente devido ao desenvolvimento de cultivares mais produtivas, que requerem, no entanto, maiores tratamentos culturais, exigindo manejo mais intenso. Isso se deve ao fato a maioria das cultivares da goiabeira é de dupla finalidade de produção: mesa e/ou indústria, para uma mesma cultivar ou, particularmente para mesa com maior valor agregado. Portanto, a utilização de sistemas que atendam, tanto ao mercado de fruto fresco quanto à indústria, exigem maiores cuidados na condução de tratamentos culturais, tais como a poda (SERRANO et al., 2007), a irrigação e a aplicação de corretivos e fertilizantes (NATALE et al., 1996).

É importante uma apresentação de resultados de artigos científicos contendo informações sobre doses de N e K, principalmente, e as respostas nas plantas, procurando-se dirigir para qualidade dos frutos. Esse trecho (do item Nutrição Mineral) está muito embasado em informações de livros-textos ou de textos de caráter mais técnico do que científico. Recomendo enfatizar os artigos científicos.

2.3 ATRIBUTOS DE QUALIDADE

Dada a importância da alimentação mais saudável e devido à necessidade de se buscar alternativas para o aumento das fontes de nutrientes e compostos funcionais em grande quantidade, a fim de suprir a crescente demanda mundial, é fundamental investir esforços em pesquisas voltadas a qualidade dos frutos, sobretudo de espécies que mostram serem fontes importantes de um conjunto de substâncias essenciais à saúde humana. A determinação da qualidade consiste na avaliação de diferentes características externas e internas dos frutos, destaca se formato, tamanho, cor e firmeza (características externas), e, teor de sólidos solúveis, acidez, teor de vitamina C, sabor e valor nutricionais (características internas). As análises de qualidade dos frutos são importantes, pois não basta apenas ser produtivos, estes necessitam de uma aceitação do mercado consumidor.

O balanço de nutrientes minerais afeta tanto a qualidade do fruto como sua possibilidade de armazenamento pós-colheita. Os efeitos na qualidade do fruto são devido à quantidade e ao equilíbrio de nutrientes no mesmo, tendo ainda um efeito indireto sobre o crescimento vegetativo do ano seguinte (CRISOSTO et al., 1994).

De acordo com CHITARRA e CHITARRA (2005), a qualidade pode ser definida como um conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que tem significância na determinação do grau de aceitação desse produto pelo consumidor.

Segundo Costa et al. (2004), as características físicas e químicas dos frutos são de grande importância para sua comercialização e manuseio. A aparência externa dos frutos, tais como tamanho, consistência, espessura, forma e coloração da casca são fatores importantes para a aceitabilidade pelos consumidores.

A qualidade da goiaba para o consumo fresco está relacionada a estes atributos físicos (aparência, tamanho, forma, coloração e firmeza) e composição química, responsável pelo sabor e aroma (GORGATTI NETO et al., 1996).

A coloração dos frutos, bem como, a sua polpa é um importante atributo de qualidade por influenciar a preferência do consumidor pela boa aparência e qualidade. Durante o amadurecimento a maioria dos frutos sofre alterações na cor, principalmente da casca. As mudanças de coloração ocorrem principalmente pela degradação da clorofila, como também da síntese de pigmentos como antocianinas e carotenóides. No caso da polpa de goiaba, a cor varia do amarelo ao vermelho como resultado da presença dos carotenoides, principalmente o licopeno e o β -caroteno (WILBERG e RODRIGUEZ-AMAYA, 1995).

A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, ação das clorofilases e aumento dos processos oxidativos (TUCKER, 1993; WILLS et al., 1998). A coloração da goiaba é devida à presença de pigmentos como clorofila, caroteno, xantofila e licopeno (ADSULE; KADAM, 1995).

A determinação da firmeza é uma forma prática de avaliar o estágio de maturação do fruto. A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento esta associada à desestruturação da lamela média e da parede celular primária, que é composta por rígidas microfibrilas de celulose, mantidas juntas por meio de redes de hemicelulose e pectinas (PEREZ et al., 2011). As goiabas são colhidas quando a polpa

ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escuro para verde-claro ou começando a amarelecer (MANICA et al, 2000).

O teor de sólidos solúveis totais é influenciado por vários fatores de ambiente como irrigação desuniforme ou excesso de água, propriedades físicas do solo, adubações, insolação, presença de patógenos entre outros (MENEZES et al, 1998).

Os sólidos solúveis representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante o amadurecimento pela biossíntese ou degradação dos polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Após a colheita, o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas (JACOMINO, 1999; XISTO, 2002). Tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido em goiabas sendo a frutose e a glicose são originárias da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva, como o amido (NULTSCH, 2000).

A acidez titulável de um fruto é dada pela presença de ácidos orgânicos. Durante o processo de amadurecimento do fruto esses ácidos tendem a diminuir devido a sua oxidação em decorrência da respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A goiaba apresenta sabor moderado e bem aceito pelo consumo de mesa, sua acidez é devida à presença dos ácidos málico e cítrico e em menores quantidades, dos ácidos galacturônico e fumárico (GEHATDT et al., 1997).

A relação SS/AT é considerada uma das formas mais práticas de avaliar o sabor dos frutos, sendo a acidez decisiva nesse ponto, pois, uma vez alta, acarreta em redução desta relação. Os teores de açúcares e a acidez dos frutos podem sofrer variação em decorrência de fatores ambientais e práticas de cultivo, qualidade de luz solar e temperatura, como também do tipo e dosagens de fertilizantes, portanto, com reflexos diretos na relação SS/AT (NASCIMENTO, 2003).

A relação SST/ATT pode ser usada como índice de qualidade e sabor do fruto, dando uma ideia do equilíbrio entre os açúcares e a acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KAYS, 1997).

A vitamina C é responsável por importantes processos metabólicos, na síntese de lipídeos e proteínas, metabolismo de carboidratos, respiração celular, formação e manutenção de colágeno, inibição da formação de nitrosaminas, regeneração dos tecidos, prevenção de sangramento, reduzindo o risco de infecções e facilitando a absorção de minerais e absorção de ferro. Além do exposto acima, essa vitamina se destaca por sua ação antioxidante, protegendo as células e os tecidos do processo oxidativo (SILVA, 2005; FRANKE et al., 2004; GARDNER et al., 2000; KIM et al.,

2002; SUNTORNSUK et al., 2002 HALLIWELL, 2001; VANNUCHI; JORDÃO JR, 1998; MILANESIO et al., 1997; MOSER; BENDICH, 1991). A goiaba tem de 3 a 6 vezes mais ácido ascórbico do que a laranja, com teores variando de 50 a 300 mg.100g⁻¹ (THAIPONG et al., 2006; UDDIN et al., 2002).

Com relação à adubação potássica, suas múltiplas funções em muitos processos metabólicos se manifestam na melhoria de diferentes atributos de qualidade dos produtos: a) aumento no conteúdo de proteínas e amido; b) aumento no conteúdo de sólidos solúveis e de vitamina C; c) aumento na cor, no sabor e no aroma; d) aumento no tamanho e na espessura da casca; e) redução de desordens fisiológicas e incidência de pragas e doenças; f) aumento na qualidade de armazenamento e da vida útil do produto (MARTIN-PRÉVEL, 1989; MASCHNER, 1995).

Em abacaxi, o K tem conferido as respostas mais acentuadas em termos de melhoria da qualidade (Soares et al., 2004; Spironello et al., 2004), pois desempenha importante papel na síntese dos hidratos de carbono e de ácidos orgânicos e na redução dos nitratos e na síntese protéica (MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003). Beneficia, ainda, as características sensoriais da polpa, aumentando o teor de açúcares, a acidez, a firmeza, além de ativar a coloração da casca do fruto, fator muito importante para a exportação (PAULA et al., 1998). Promove incrementos nos níveis intracelulares deste elemento, com consequente redução do pH do vacúolo, contribuindo para diminuir a atividade de enzimas oxidativas e reduzir o escurecimento interno dos frutos (SOARES et al., 2004).

Em café, a atividade enzimática está relacionada diretamente com a qualidade da bebida (SILVA, 1998), havendo indicativos dos possíveis efeitos das fontes de K utilizadas, visto que o sulfato e o nitrato de potássio têm conferido melhor qualidade da bebida em comparação com o cloreto de potássio (SILVA et al., 2003).

Nos citros, os efeitos do K sobre a qualidade têm sido relacionados com o aumento do tamanho dos frutos e da espessura da casca, características desejáveis para o mercado de fruta fresca e diminuição dos teores de sólidos solúveis e percentagem de suco, características importantes para a produção de suco concentrado (MATTOS JR et al., 2005).

Na bananeira, o K é um elemento importante na produção de cachos e pencas, na qualidade e resistência dos frutos ao transporte (SILVA et al., 1999). O K também melhora a qualidade sensorial das bananas por aumentar os teores de SS, açúcares

reduzidos, não-reduzidos e totais, diminuir a acidez da polpa e, conseqüentemente, aumentar a relação açúcares/ácidos (FARIA, 1997).

No maracujazeiro a adubação potássica contribui para aumentar o conteúdo de suco, os teores de SS, elevar a produtividade e a massa média dos frutos (CARVALHO et al., 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no município de Alhandra-PB, que pertence a microrregião do litoral Sul e distante 32 Km da capital, João Pessoa. O local selecionado foi um pomar comercial da cultivar Paluma com 16 meses de formação, cujas plantas foram propagadas por estacas herbáceas. Esse pomar tem localização com coordenadas 7° 22' 10" latitude sul, 34° 56' 59" de longitude oeste e altitude de 49 m. Segundo a classificação de Kopper, o clima é seco As' (clima Tropical chuvoso com verão) e o solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (EMBRAPA, 1999).

Foram aplicadas quatro doses de nitrogênio: 50, 100, 150 e 200 g de N.planta⁻¹, correspondendo a 110, 220, 330 e 440 g de ureia.planta⁻¹; e quatro doses de potássio: 50, 100, 150 e 200 g de K₂O.planta⁻¹, correspondendo a 83, 166, 250 e 333 g de cloreto de potássio.planta⁻¹. Todas as plantas receberam a mesma dose de P₂O₅, que foi de 140 g.planta⁻¹, de acordo com Silva et al. (2006), correspondendo à 280 g de MAP (fosfato monoamônico).planta⁻¹. A aplicação foi feita manualmente na projeção da copa, sendo o fósforo aplicado em dose única, enquanto, o nitrogênio e o potássio foram parcelados em três aplicações no solo, após a poda, bem como, nos 45 dias e 75 dias.

Os frutos foram colhidos em cinco estádios de maturação de acordo com a cor da casca e os aspectos internos, conforme ilustrado na Figura 1, a partir da escala proposta por Cavalini(2004).

ESTÁDIO 1 ESTÁDIO 2 ESTÁDIO 3 ESTÁDIO 4 ESTÁDIO 5



Figura 1. Diferentes estádios de maturação da goiaba “Paluma”, conforme escala proposta por CAVALINI (2004).

A escala de maturação mencionada considera as seguintes características para definição dos estádios: estágio 1- frutos com coloração da casca verde escuro, estágio 2- frutos com quebra da cor verde, estágio 3- frutos com coloração de casca em início do desenvolvimento de cor amarela, estágio 4- frutos com coloração da casca parcialmente amarela, estágio 5- Frutos com coloração da casca totalmente amarela.

Os frutos foram colhidos e selecionados segundo a cor da casca e ausência de defeitos, acondicionados em caixa plástica forrada com espuma, para evitar danos mecânicos e transportados imediatamente ao laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em Areia—PB, onde foram realizadas as avaliações. A unidade experimental foi constituída por cinco frutos para cada estágio de maturação e com cinco repetições por tratamento totalizando 2000 frutos.

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.1.1 Massa fresca do fruto (g): obtida através de pesagem individual de cada fruto em uma balança semi-analítica.

3.1.2 Diâmetro transversal, comprimento axial do fruto e espessura do mesocarpo

(mm): obtidos através de medições diretas com auxílio de um paquímetro digital, o qual foi colocado em posição perpendicular e paralela aos eixos do fruto.

3.1.3 Espessura da placenta na polpa (mm):

foi determinada através de medições diretas com auxílio de um paquímetro digital, o qual foi colocado em posição paralela aos eixos do fruto e medido o seu raio.

3.1.4 Firmeza da polpa:

Foi determinada na região equatorial, em lados opostos, com leitura feita de cada lado, usando um penetrômetro, sendo os resultados expressos em Newton.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**3.2.1 Teor de Sólidos Solúveis (% SS):**

essa quantificação foi feita em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificados em refratômetro digital, de acordo com a metodologia disponível pela Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1984).

3.2.2 Teor de Açúcares Redutores (AR – g de glicose.100g⁻¹):

determinado por titulometria utilizando solução de Fehling A e B com indicador azul de metileno, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz - IAL (2005).

3.2.3 Relação SS/AT:

obtido através da relação entre os teores de sólidos solúveis e a acidez titulável.

3.2.4 Acidez Titulável (% AT):

determinado em cinco gramas de polpa triturada, que foram diluídas em 50 mL de água destilada e tituladas com NaOH 0,05M. Esse parâmetro é expresso em porcentagem de ácido cítrico, obtido conforme metodologia Instituto Adolfo Lutz – IAL (2005).

3.2.5 Potencial Hidrogeniônico - pH:

foi obtido utilizando potenciômetro digital, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2005).

3.2.6 Teor de ácido ascórbico:

determinado por titulometria, utilizando-se solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002 %) até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando-se 1g da amostra em 50 mL de ácido oxálico 0,5%, conforme Strohecker e Henning (1967).

1. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi feito blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. Na parcela, foram avaliadas as quatro doses de nitrogênio combinadas às quatro doses de potássio. Nas subparcelas, foram considerados os cinco estádios de maturação. A unidade experimental foi constituída por cinco frutos.

Os dados foram submetidos a análise de variância, seguida de análises de regressão polinomial para as doses de N e de K. Para a escolha dos modelos, determinou-se R^2 com valor mínimo de 50%. As médias dos estádios foram comparados pelo teste de Tukey.

5. REFERÊNCIAS

ADSULE, R.N.; KADAM, S.S. Guava. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. (Ed.). Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing. New York: Marcel Dekker, cap. 9, p. 419-433, 1995.

AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. p.332.

AIYELAAGBE, I.O.O. Effect of NPK fertilizer on the growth and yield of guava in Kadawa, Kano State. Ibadan, Nigéria: National **Horticultural Research Institute**,. 4 p. (Technical Bulletin, 11), 1989.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist** (15th ed.). Washington. DC USA, 1990.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical**. Washington,. 015p, 1984

ARGANDOÑA, E. J. S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: Avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – universidade Estadual de Campinas, p.157, 2005.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E. A. R. F.; SÁ, M. F.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 445-450, 2003.

CARVALHO, J.G.; OLIVEIRA JR., J.P.; PAULA, M.B. & BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade de frutos. **Informe Agropecuário**, v.17, p.52-55, 1994.

CARVALHO, A.J.C.; MARTINS, D.P.; MONERAT, P.H.; BERNARDO, S. Produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.21, p.333-337,1999.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’**. Dissertação Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. ed. 2, Lavras: UFLA, p.785, 2005.

CHOUDHURY, M. M. et al. **Goiaba: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2001, 45p.

CLAKSON, D.T. & HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiology*, v.31: p.239-298, 1980.

COSTA, C.C.; CECILIO FILHO, A.B.; CAVARIANNI, R.L.; BARBOSA, J.C. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 731- 736, mai./jun., 2004.

CRISOSTO, C.H., JOHNSON, R.S., LUZA, J.C., CRISOSTO, G.M. Irrigation regimes affect fruit soluble solid content and the rate of water loss of O'Herry peaches. **HortScience**, Alexandria, USA, v. 29, p.1169-1171, 1994.

DANTAS, B. F.; PEREIRA, M.S.; RIBEIRO, L.S.; MAIA, J.L.T.; SILVA, D.J.; DUENHAS, L.H.; LIMA, M.A.C.; BASSOI, L.H. Metabolic responses of guava trees irrigated with different N and K levels in São Francisco Valley. **Revista Brasileira de fruticultura**, v.29, p.323-328, 2007.

DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; MORGADO, C.M.A. **Pós-colheita e processamento mínimo de goiabas**. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIM, A.A.(Org.). *Cultura da goiaba - do plantio à comercialização*. Jaboticabal, v.2, p.429-470, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

ESTEVES, M.T.da C.; CARVALHO, V.D. de. Modificações nos teores de amido, açúcares e grau de doçura de seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Prática**, Lavras, v.6, p.208-218, 1982.

FARIA, N.G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira**. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, 1997. 66p. (Dissertação de Mestrado).

FRANCISCO, V.L.F.S.; BAPSTELLA, C.S.L.; AMARO, A.A. **A cultura da goiaba em São Paulo**. Instituto de Economia Agrícola, 2005. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/> Acesso em 4 de junho 2013.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 1-35, 2004.

GERHARDT, L.B.A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, , p. 185-192, 1997.

GARDNER, P. T.; WHITE, T. A. C.; MCPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids of phenolic to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry** , v. 68, p. 471-474, 2000.

GORGATTI NETTO, G.A., GARCIA, A.E., ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORADIN, M.R. **Goiaba para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita**: Ministério da Agricultura Rural. Programa de apoio á produção e exportação de frutas, hortaliças flores e plantas. – Brasília: EMBRAPA–SPI, 1994. 35p.

GONGATTI NETTO, A. et al. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Embrapa – SPI, 35p, 1996.

GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, p. 26, 1990

GONZAGA NETO, L. **Frutas do Brasil, 17: goiaba – produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 72, 2001.

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Reserch**,Amsterdam, v. 475, p. 29-15, 2001.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J.; BENNETT, J. M.; SINCLAIR, T. R. **Physiology and determination of crop yield**. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p. 285-302.

HERNANDES, A.; PARENT, S.-É.; NATALE, W.; PARENT, L. É. Balancing guava nutrition with liming and fertilization. **Revista Brasileira de fruticultura**, vol.34, p. 1224-1234, 2012.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; SOUZA, H. A.; PAGLIS, C. M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização fenológica da goiabeira ‘Pedro Sato’ sob diferentes épocas de poda. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 29, p. 20-24, 2007.

HUBBARD, N.L.; PHARR, D.M.; HUBER, S.C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiologia Plantarum**, v.82, p. 191-196, 1991.

HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. New York: Academic Press, 1970.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 23 de março de 2013.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 4 de junho 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas **analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, v.1, p. 371, 2005.

IMAS, P. Recent trends in nutrition management in horticultural crops. In: IPI-PRIKKV. **Workshop**, Dapoli. Proceedings. Dapoli, 1999.

JACOMINO, A.P. **Conservação de goiabas, Kumagai” em diferentes temperaturas e materiais de embalagem**. Piracicaba, 1999. 90 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. H. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002.

LIMA, M.A.C.; ASSIS, J.S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, p. 273-276, 2002.

LIMA, M.A.C.; BASSOI, L.H.; SILVA, D.J.; SANTOS, P.S.; PAES, P.C.; RIBEIRO, P.R.A.; DANTAS, P.F. Effects of levels of nitrogen and potassium on yield and fruit maturation of irrigated guava trees in the São Francisco Valley. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.30, p.246-250, 2008.

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 - SP, v. 29, p. 705-709, 2007.

MACHADO, L. DE O. **Adubação Fosfatada**. [2009]. Disponível em:<<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24>>. Acesso em: 25 de set. 2013.

MALAVOLTA, E. **Importância da adubação na qualidade dos produtos/função dos nutrientes na planta**. In: SÁ, M. C. de.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo, p. 19-44, 1994.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, p. 319, 1997.

MANICA, I.; ICUMA, I.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA E. **Fruticultura tropical: 6. goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.374, 2000.

MANTOVANI, J.R.; CORRÊA, M.C.M.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; NATALE, W. Uso fertilizantes de resíduo da indústria processadora de goiaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal,v.26, p.339-342, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Academic Press, p. 889, 1995.

MARTIN-PREVEL, P.J. **Physiological processes related to handling and storage quality of crops**. In: Methods of K Research in Plants. Proceedings of the 21 st Colloquium of the International Potash Institute held at Luvain-la-Neuve, Belgium, p.219-248, 1989.

MATTOS Jr., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Nitrogen and potassium fertilization impacts fruit yield and quality of citrus. **Better Crops**, v. 89, p. 17-19, 2005.

MELTZER, W. Fantastic Fruits. **Nutrition Action Health Letter**, 1998. Disponível em <http://www.cspinet.org/nah/fantfruit.htm>. Acessado em 30/10/2011.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Melão pós-colheita**: Brasília: EMBRAPA – SPI / FRUTAS DO BRASIL. p. 23-41. (Frutas do Brasil, 10), 1998.

MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, New York, v. 15, p. 873-885, 1976.

MILANESIO, M.; BIANCHI, R.; UGLIENGO, P.; ROETTI, C.; VITERBO, D. Vitamin C at 120 K: experimental and theoretical study of the charge density. **Journal of Molecular Structure (Theochem)**, v. 419, p. 139-154, 1997.

MOSER, U.; BENDICH, A. Vitamin. In: MACHILIN, L.J. **Handbook of vitamins**. 2nd.Ed. New York: Marcel Dekker, p. 195-232, 1991.

NASCIMENTO, T. E.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) produzido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, p. 33 - 38, 2003.

NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos**. Piracicaba, 1993. 150p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

NATALE, W., COUTINHO, E.L.M., BOARETTO, A.E., CORTEZ G.E.P., FESTUCCIA, A.J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Científica**, São Paulo, v.22, p.249-253, 1994.

NATALE, W. et al. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal: Funep, 1996.

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**, v.20, p.247-250, 1996.

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

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

NATALE, W.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; ROMUALDO, L.M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, p.1475-1485, 2007.

NULTSCH, W. **Botânica geral**. Trad. de P.L. de Oliveira. 10 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 489 p.

PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; NOGUEIRA, F.D. **Nutrição e adubação do abacaxizeiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.19, p.33-39, 1998.

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Funep, 1995, 48p.

PEREIRA, F. M.; NACHITIGAL, J. C. **Propagação da goiabeira**. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira,. Anais, Jaboticabal: FCAV/Unesp,. p. 17- 32, 1997.

PEREZ, A.A. Biointerfaces surface adsorption behaviour of milk whey protein and pectin mixtures under conditions of air: water interface saturation. **Colloids And Surfaces B**, Amsterdam, v.85, p. 306-315, 2011.

NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIM, A.A. (Org.). **Cultura da goiaba - do plantio à comercialização**. Jaboticabal, v.2, p.375-378, 2009.

PORTAL DO AGRONEGOCIO. Disponível em < portadoagronegocio.com.br > acesso em 14/04/2011.

POTASH E PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA. Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba, POTAFOS, p. 45, 1990.

QUAGGIO, J.A.; PIZA JUNIOR, C.T. Micronutrientes para frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C. P.; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. (Ed.). **Micronutrientes tóxicos e metais pesados na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, p.459-491, 2001.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, p.343, 1991.

RISTURECCI, A.M., DUVAL, I. M.F., ROHDE, W., BILLOTTE, N. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Psidium guajava* L. **Molecular Ecology**, v. 5, p.745-748,2005.

ROZANE, D.E.; COUTO,F.A.D.A.(edt.). **Cultura da Goiabeira: Tecnologia e Mercado**. UFV, Visoça, p. 53-78, 2003.

ROZANE, D.E.; 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. **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: FCAV/Capes/CNPq/FAPESP/Fundunesp/ SBF, v. 2. p. 429-470. 2009.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V.; TARDIN, F. D. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 785-792, 2007.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G.; CHAGAS, S.J.R.; COSTA, L. Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p. 335-345, 1999.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L. & MALBURG, J.L. **Solos, adubação e nutrição da bananeira**. Informe Agropecuário, v.20, p.21-36, 1999.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 247-255, 2003.

SILVA, F. O. Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gás chromatography. **Food Control**, v. 16, p. 55-58, 2005.

SILVA, G.C. da; SOUZA, A. P. de; MENDONÇA, R. M. N; ARAÚJO. R.da C. **Produção de frutos da goiabeira submetida à adubação nitrogenada e Fosfática em areia de cultivo comercial na Paraíba**. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006. Cabo Frio-RJ. Anais. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ.2006.529p.

SILVA, G.C. da, SILVA, S.M., SOUZA, A.P. de, MENDONÇA, R.M.N, ARAÚJO, R.C., SANTOS, D., SILVA, A.P. da. **Qualidade de Frutos da Goiabeira “Paluma” em Resposta à Adubação Nitrogenada e Fosfatada**. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007. Gramado -RS. Anais.Granado-RS: SBCS/UFRS.2007.CD-ROM.

SOBRAL, L.F.; SOUZA, L.F.S.; MAGALHÃES, A.F.J.; SILVA, J.L.B.; LEAL, M.L.S. **Resposta da laranjeira-pera à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, p. 307-312, 2000.

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, p.155-159, 2004.

SOARES, A.G.; TRUGO, L.C.; BOTREL, N.; SOUZA, L.F. da S. Reduction of Internal browning of pineapple fruit (*Ananas comosus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 201-207, 2004.

SOUZA, S.M.A.da; CAVALINE, F.C.; JACOMINO, A.P.; ORTEGA, E.M.M.Conservação de produtos minimamente processado de goiaba ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 31, p. 847-855, 2009.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A.Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, p. 849-855, 2002.

STROHECKER, R. L.; HENING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprovados**. Madrid: Paz Montalvo, p. 428, 1967.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669–675, 2006.

TODA FRUTA. **Características da goiaba.** Disponível em:<<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso em 20 jan. 2011.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 2-51,1993.

VALE, M. R. **Caracterização da fruticultura nos municípios da AMALG-MG.** Lavras, 1999.61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através de fertirrigação.** 2001. 123p. Tese (livre docência) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu – SP. 2001.

WILBERG, V. C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. HPLC quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. **Lebensmittel Wissenschaftund Technologie**, Londres, v. 28, n. 5, p. 474-480, 1995.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales.** Trad. De J.B. Gonzáles. 2ed. Zaragoza: Acribia, p. 240, 1998.

XISTO, A.L.R.P. **Conservação pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente.** 2002. 47 p. Disertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados na forma de artigos, os quais estão intitulados como:

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

artigo que será submetido à revista Revista Brasileira de Fruticultura, classificada na área de Ciência de Alimentos da CAPES como B2

MATURAÇÃO E QUALIDADE DE GOIABA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA, que será submetido à revista Revista Brasileira de Fruticultura, classificada na área de Ciência de Alimentos da CAPES como B2.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

RESUMO

No Brasil, a cultura da goiabeira ocupa importante espaço no agronegócio do país, um dos maiores produtores mundiais de goiaba, devido a características apreciáveis do seu fruto, como sabor, aspecto e riqueza em nutrientes e elementos funcionais. O uso de fertilizantes de forma a atender as exigências nutricionais faz com que as plantas possam expressar seu potencial genético, bem como a qualidade deste frutos. Desta forma, foi avaliado os efeitos dos nutrientes minerais (Nitrogênio e Potássio) sobre a qualidades dos frutos de goiabeira. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas e subdivididas, sendo as parcelas, as doses de nitrogênio: 50, 100, 150, 200 g e potássio: 50, 100, 150, 200 g por planta. E as subparcelas os estádios de maturação. O número de blocos foi cinco, e as unidades experimentais foram constituídas por cinco frutos. Em cada estágio de maturação foi aplicada a técnica da superfície de resposta para as doses de N e K. Para a escolha dos modelos, determinou-se R^2 mínimo de 50%. Avaliaram-se: massa fresca, diâmetro transversal, comprimento axial, espessura do mesocarpo, espessura da placenta na polpa, firmeza da polpa. Para a massa fresca, a necessidade em relação as doses de nitrogênio foram crescente, passando de 50 g.planta⁻¹ no estágio 2 para 100 g.planta⁻¹ no estágio 4. com os melhores resultados para os estádios citados. Enquanto o potássio esta necessidade foi de 183 g.planta⁻¹ no estágio 2, enquanto no estágio 4 passou para 100 g.planta⁻¹. Demonstrando uma necessidade maior de potássio no início da maturação e diminuindo no decorrer dela. Já a espessuras do mesocarpo a demanda do nitrogênio foi crescente enquanto o potássio foi constante no decorrer da maturação. As doses de 100 g de N e 183 g de K por planta resultaram nas melhores qualidades dos frutos com relação a características físicas. As principais mudanças ocorreram entre os estádios 3 e 5, quando os frutos apresentaram condições ideais para o consumo.

Termos para indexação: adubação, amadurecimento, qualidade, nutrição mineral.

ABSTRACT

Brazil has been consolidating as the third largest producer of fruit in the world. In the year of 2011, guava Brazilian production reached 342 528 t, mainly in the northeast region where it reached 151,903 t, which represents 44.35% of the national production. The use of fertilizers is one of the largest practices effectively used in the production of fruit trees to ensure fruit quality. The aim of this study was to evaluate the qualities of guava fruits as well as to know the so termed economic dosages of nitrogen and potassium to be applied in the coastal region of Paraíba. The experimental procedure was made in a randomized blocks by using split plot scheme and its subdivision. Plots were defined as four nitrogen dosages: 50, 100, 150, 200 g per plant and four potassium dosages: 50, 100, 150, 200 g per plant. The subplots encompassed five maturation stages of the fruit. The number of blocks was five and the experimental units were constituted by five maturation stages. In each maturation stage it was applied the technique of surface response for N and K dosages. In order to choose the models, it was determined minimum R^2 of 50%. It were evaluated: fresh mass, transverse diameter, axial length, mesocarp thickness, placenta thickness and pulp firmness. For the fresh mass, nitrogen rate increased from 50g to 100g per plant in relation to stage 2 to 4. In turn, potassium increased from 183g to 100g for the same maturity stages, indicating a close relationship of nitrogen to the increase in fresh mass and its inverse relationship to potassium. Concerning mesocarp thickness, nitrogen demand was increasing nitrogen while potassium was constant during maturation stages. Dosages of 100 g of N and K to 183 g per plant resulted in the best fruit quality with respect to physical characteristics. Major changes occurred between stages 3 and 5 when the fruits showed ideal conditions for consumption.

Index terms: fertilization, ripening, quality, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

O Brasil vem se consolidando nos últimos anos como o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção de 43 milhões de toneladas em 2011, ficando atrás da China (215 milhões de toneladas, safra 2011) e da Índia (87 milhões de toneladas, safra 2011) (FAO, 2012). Com relação a produção brasileira de goiaba, no ano de 2011, foi de 342.528 T e a produção no nordeste foi de 151.903 T, o que representa 44,35% da produção nacional. E destacam-se os estados de Pernambuco, Ceará, Bahia e Paraíba (IBGE, 2011).

A goiabeira (*Psidium guajava*, L.) é nativa da América Tropical e no Brasil, encontra-se em todo território nacional. Seu cultivo é muito importante do ponto de vista econômico e social, principalmente na região Sudeste e Nordeste e são cultivadas das variedades de polpa branca para consumo in natura (principalmente no Sudeste) e as variedades de polpa vermelhas. A cultivar Paluma é considerada de dupla aptidão, podendo ser uma vantagem para os produtores, uma vez que os frutos de melhor qualidade são destinados ao mercado para consumo in natura, alcançando melhores preços, e os demais frutos são destinados ao processamento industrial, gerando produtos diversos, esta cultivar se destaca no Brasil (ROZANE et al., 2009; SOUZA et al., 2009).

Uma característica importante para o consumidor de goiaba é a cor da polpa, sendo considerado o atributo primário de qualidade, o aspecto visual tem influência na intenção de compra. A polpa da goiaba é constituída pelo mesocarpo e pela placenta carnosa, contendo número de variado de sementes de cor amarelo-pálida (GONGATTI NETTO et al., 1996).

Os fatores responsáveis pela qualidade dos frutos recebem a influência direta da cultivar, condições climáticas, solo, tratos culturais e estádios de maturação (HULME, 1970). A composição química da goiaba recebe influência direta da variedade, nutrição, estágio de maturação e condições climáticas durante o período de desenvolvimento dos frutos. Não há, portanto, possibilidade de extrapolar os resultados de uma região para a outra, o que implica na necessidade de pesquisas de âmbito regional para o conhecimento da qualidade dos frutos (ESTEVES; CARVALHO 1982).

A influência dos elementos minerais sobre a qualidade do fruto é requisito imprescindível à exportação. O consumo de frutas frescas e de seus sucos naturais é uma tendência mundial, que pode ser aproveitada como incentivo para uma produção

com aspectos que indiquem qualidade. O uso de fertilizantes é uma das práticas de maior efeito na produção das fruteiras. Estes elementos são os mesmos para todos os vegetais, porém, as necessidades adequadas variam de acordo com a cultura, espécie, capacidade produtiva, bem como, o ciclo das frutíferas (AULAR; NATALE 2013)

Segundo Aular e Natale (2013) as pesquisas relacionando os aspectos nutricionais e, em particular, sobre os efeitos da adubação na qualidade dos frutos de goiabeira são escassas. Assim sendo se faz necessária pesquisa para avaliar a qualidade dos frutos de goiabeira que é feita geralmente de maneira empírica, não tendo o devido respaldo técnico-científico. Por isso é necessário conhecer as chamadas doses econômicas de nitrogênio e potássio para cada tipo de solo e regiões, bem como, a qualidade dos frutos obtidos destas doses, os quais são determinados a partir de resultados experimentais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Alhandra-PB, que pertence a microrregião do litoral Sul e distante 32 Km da capital, João Pessoa. O local selecionado foi um pomar comercial da cultivar Paluma com 16 meses de formação, cujas plantas foram propagadas por estacas herbáceas. Esse pomar tem localização com coordenadas 7° 22' 10" latitude sul, 34° 56' 59" de longitude oeste e altitude de 49 m. Segundo a classificação de Kopper, o clima é seco (clima Tropical chuvoso com verão) e o solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (EMBRAPA,1999). Foram aplicadas quatro doses de nitrogênio: 50, 100, 150 e 200 g de N.planta⁻¹, correspondendo a 110, 220, 330 e 440 g de ureia.planta⁻¹; e quatro doses de potássio: 50, 100, 150 e 200 g de K₂O.planta⁻¹, correspondendo a 83, 166, 250 e 333 g de cloreto de potássio.planta⁻¹. Todas as plantas receberam a mesma dose de P₂O₅, que foi de 140 g.planta⁻¹, de acordo com Silva et al. (2006), correspondendo à 280 g de MAP (fosfato monoamônico).planta⁻¹. A aplicação foi feita manualmente na projeção da copa, sendo o fósforo aplicado em dose única, enquanto, o nitrogênio e o potássio foram parcelados em três aplicações no solo, após a poda aos 45 dias e 75 dias a poda.

Os frutos foram colhidos em cinco estádios de maturação de acordo com a cor da casca e os aspectos internos, a partir da escala proposta por Cavalini(2004) e representado na figura abaixo.



Figura 1. Diferentes estádios de maturação da goiaba “Paluma”, conforme escala proposta por CAVALINI (2004).

Sendo o estágio 1- frutos com coloração da casca verde escuro, estágio 2- frutos com quebra da cor verde, estágio 3- frutos com coloração de casca em início do desenvolvimento de cor amarela, estágio 4- frutos com coloração da casca parcialmente amarela, estágio 5- frutos com coloração da casca totalmente amarela. Os frutos foram colhidos e selecionados segundo a cor da casca e ausência de defeitos, acondicionados em caixa plástica forrada com espuma, para evitar danos mecânicos e transportados imediatamente ao laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, do Centro de Ciências Agrárias-Areia – PB, onde foram realizadas as avaliações físicas. Para tanto, foram utilizados cinco frutos para cada estágio de maturação e com cinco repetições por tratamento totalizando 2000 frutos.

As variáveis analisadas foram:

Massa fresca do fruto (g): Foi determinada através de pesagem individual de cada fruto em balança semi-analítica;

Diâmetro transversal, comprimento axial do fruto, espessura do mesocarpa e espessura da placenta na polpa (mm): Foram determinados através de medições diretas com auxílio de paquímetro digital, colocando-o em posição perpendicular e paralela aos eixos do fruto;

Espessura da placenta na polpa (mm): Foi determinada através de medições diretas com auxílio de paquímetro digital, colocando o paquímetro em posição paralela aos eixos do fruto e medido o seu raio;

Firmeza da polpa: Foi determinada na região equatorial, em lados opostos, com leitura feita de cada lado, usando um penetrômetro, sendo o resultado expresso em Newtons.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas. Na parcela foram avaliados quatro doses de nitrogênio: 50, 100, 150, 200 g por planta e quatro doses de potássio: 50, 100, 150, 200 g por planta. Nas subparcelas, foram considerados cinco estádios de maturação sendo: estágio 1- frutos com coloração da casca verde escuro, estágio 2- frutos com quebra da cor verde, estágio 3- frutos com coloração de casca em início do desenvolvimento de cor amarela, estágio 4- frutos com coloração da casca parcialmente amarela, estágio 5- frutos com coloração da casca totalmente amarela. O número de blocos foi cinco, e as unidades experimentais foram constituídas por cinco frutos. Em cada estágio de maturação foi aplicada a técnica da superfície de resposta para as doses de N e K. Para a escolha dos modelos, determinou-se R^2 mínimo de 50%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

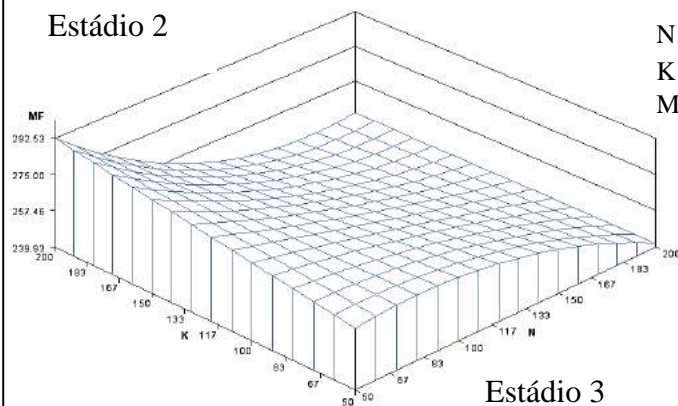
Para a massa fresca, a necessidade em relação as doses de nitrogênio foram crescente, passando de 50 g.planta⁻¹ no estágio 2 para 100 g.planta⁻¹ no estágio 4. Estas doses promoveram os melhores pesos para massa fresca. Que foram de 275 g e 318 respectivamente para os estádios citados. (Figura 2) Enquanto o potássio esta necessidade foi de 183 g.planta⁻¹ no estágio 2, enquanto no estágio 4 passou para 100 g.planta⁻¹. Demonstrando uma necessidade maior de potássio no início da maturação e diminuindo no decorrer dela. Indicando uma relação inversamente proporcional do nitrogênio e o potássio para a massa fresca. Chitarra, Chitarra (2005), indicando a

estreita relação de nitrogênio com o aumento na massa fresca do fruto e sua relação inversa com o potássio.

Natale e colaboradores (1995) relataram que doses excessivas de N tendem a diminuir o tamanho do fruto, inversamente ao número de frutos fixados pela planta, e compromete seriamente o valor de comercialização no mercado de frutos fresco. Silva, et al.,(2007) estudando qualidade de frutos de goiabeira “Paluma” em função de doses de N e P observaram frutos com massa entre 150 a 200 g, valor inferior ao encontrado neste trabalho, e utilizando a dose de 100 g N planta⁻¹ e 200 g P planta⁻¹. Este valor do fósforo é superior ao usado neste trabalho. Enquanto Cardoso et al. (2011), trabalhando com doses de N, P e K em goiabeiras Paluma, obteve frutos com massa entre 120 a 160 g, observando os melhores resultados usando a dose de 42g N planta⁻¹. Pereira e Martinez (1986), estudando a cv. Paluma, sem o emprego de raleio, observou frutos 140 a 250 g e afirmaram que esta massa deve ser bem aceita pelo mercado, que exige valor mínimo de 100 g para goiaba destinada ao consumo de fruta fresca.

Observou-se que a massa fresca aumentou em 16% do estágio 2 para o estágio 5 (Figura 2). Este aumento se deve ao desenvolvimento do fruto, que se caracteriza pelo aumento de número e volume das células e determina o tamanho final do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O peso médio obtido foi de 275 g para o estágio 2 e 318 g para o estágio 5, com uma dose média de N de 50 g.planta⁻¹. e de K de 100 g.planta⁻¹, em ambos os estádios.

Estádio 2



$$N = (50-83 \text{ g.planta}^{-1})$$

$$K = (183-200 \text{ g.planta}^{-1})$$

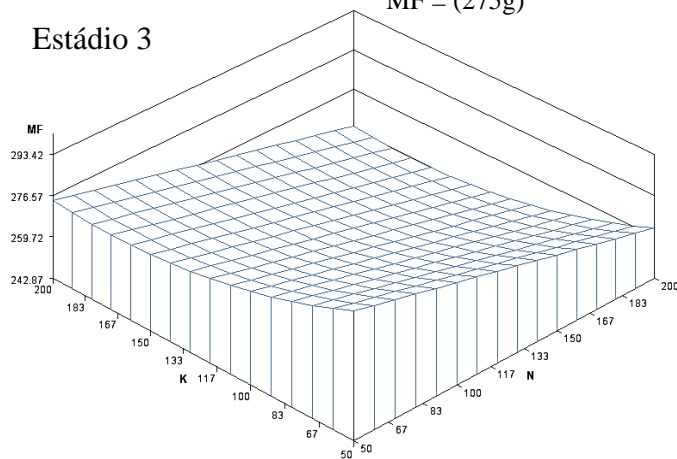
$$MF = (275 - 292,53 \text{ g})$$

$$N = (50-83 \text{ g.planta}^{-1})$$

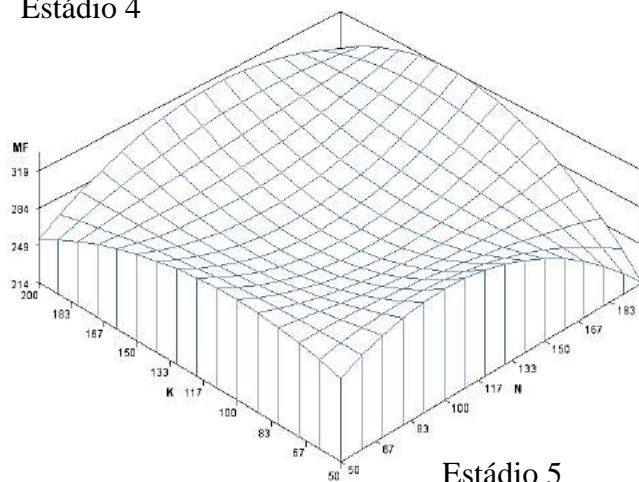
$$K = (50-83 \text{ g.planta}^{-1})$$

$$MF = (275 \text{ g})$$

Estádio 3



Estádio 4



$$N = (100 - 133 \text{ g.planta}^{-1})$$

$$K = (100 - 167 \text{ g.planta}^{-1})$$

$$MF = (319 \text{ g})$$

$$N = (50 - 100 \text{ g.planta}^{-1})$$

$$K = (50 - 100 \text{ g.planta}^{-1})$$

$$MF = (318 \text{ g})$$

Estádio 5

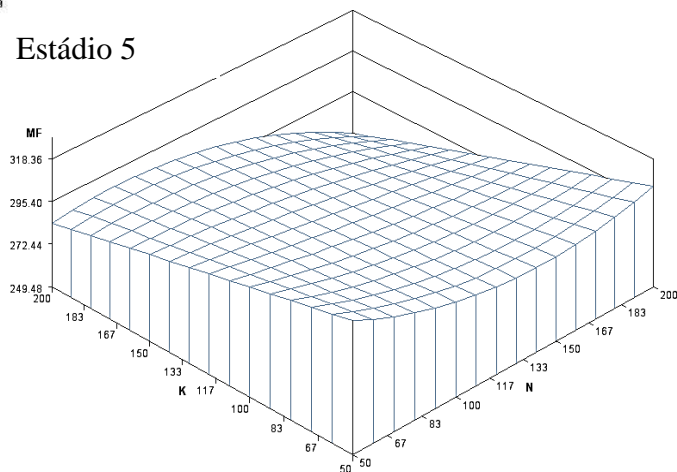


Figura 2. Estimativa da massa fresca de goiaba ‘Paluma’ nos estádios 2, 3, 4, e 5 de maturação submetida a doses de nitrogênio e de potássio.

Onde as equações para cada estágio são expressas:

$$MF_2 = 228.9568472 + 0.5667850 * K + 0.8192636 * N - 0.0037767 * N^2 - 0.0098954 * N * K + 0.0000353 * N^2 * K \quad (R^2 = 60\%)$$

$$MF_3 = 324.2559806 - 0.2009411 * N - 0.4879523 * K + 0.0014448 * K^2 \quad (R^2 = 63\%)$$

$$MF_4 = -107.7385937 + 8.0666370 * K - 0.0333753 * K^2 + 9.1230935 * N - 0.0410789 * N^2 - 0.1768147 * N * K + 0.0007080 * N * K^2 + 0.0007675 * N^2 * K - 0.0000030 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 73\%)$$

$$MF_5 = 379.8467500 - 0.5576458 * K - 1.2357088 * N + 0.0047244 * N^2 + 0.0084031 * N * K - 0.0000371 * N^2 * K \quad (R^2 = 58\%)$$

A massa das frutas frescas aumentou após os estádios de maturidade: de 275 g no segundo, para 318 g no último, quando se adotou a combinação da dose de 50 g de N.planta⁻¹ e 100 g de K.planta⁻¹. Segundo Lima et al. (1999), frutos que variam de 100 a 200 g possibilitam o uso para dupla finalidade, ou seja, podem ser destinados tanto ao processamento industrial, bem como ao consumo *in natura*. Sendo assim, os frutos deste trabalho atendem a dupla finalidade. Observando-se que, com relação ao nitrogênio, o incremento deste nutriente, reduz a massa fresca. Já para a relação com o potássio, a resposta é inversamente proporcional. Lima et al. (2008) estudando goiabeira ‘Paluma’ com a mesma idade deste ensaio obteve frutos com massa fresca inferior ao encontrado neste ensaio (150,8 g de massa fresca, no estágio 2), e (202,6 g no estágio 5), sendo usado uma dose média de nitrogênio e potássio de 166,5 e 83,25 respectivamente, o valor de N é 333% superior ao usado neste ensaio, enquanto o K é 20,12% menor. Observando assim, que a relação N/K apresenta melhor resultado, quando expresada em 1:2. Silva et al. (2007) estudando doses de N e P em goiabeira ‘Paluma’ observaram que, em frutos na maturidade comercial, obteve uma massa média de 188,32 g em relação ao nitrogênio neste estágio de maturação se manteve constante com um pequeno aumento em torno de 100 g de N e massa média de 188,32 g.

Na Figura 3, observa-se a espessura do mesocarpo de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada variou de 10,06 a 12,13 mm para os três primeiros estádios de maturação, indicando que, a formação do mesocarpo, ocorre nos primeiros estádios de maturação. Este aumento correspondendo a 12,78%, sendo que no primeiro e terceiro estágio houve uma demanda de 50 g de nitrogênio por planta, enquanto que no segundo estágio esta necessidade foi de quatro vezes mais. Demonstrou-se, assim, que as necessidades de N são diferentes nos estádios de maturação. Com relação ao potássio, a necessidade, para os três primeiros estádios de maturação foi de 167g por

planta, indicando que, para este nutriente, há um valor constante independente do estágio de maturação.

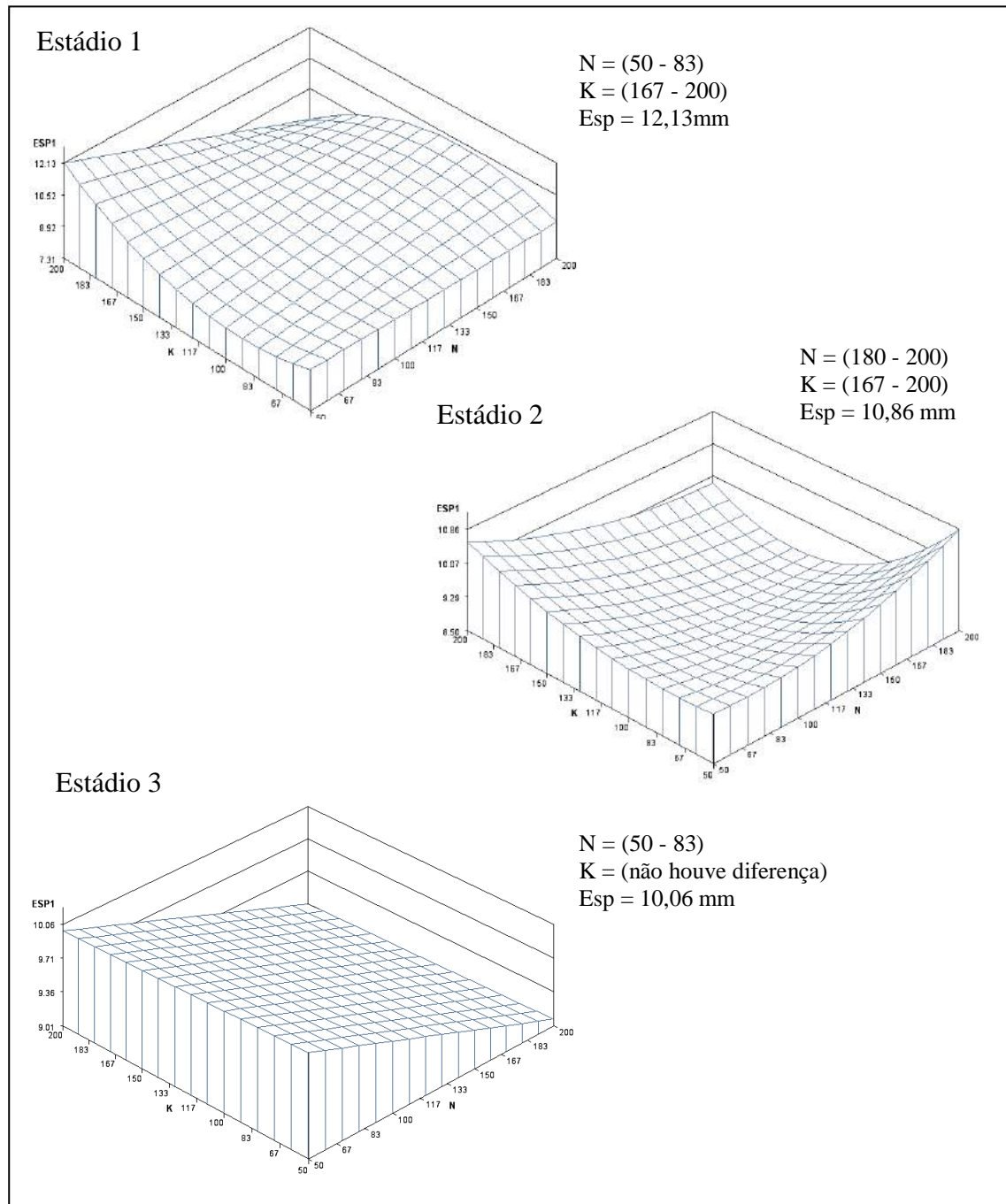


Figura 3. Estimativa da espessura do mesocarpo de 'Paluma' nos estádios 1, 2, e 3 de maturação submetida a doses de nitrogênio e potássio.

Onde as equações expressas para a espessura do mesocarpo são expressas:

$$ESP_1 = 12.78039063 - 0.09385173 * K + 0.00049311 * K^2 - 0.03225431 * N + 0.00083874 * K * N - 0.00000419 * K^2 * N \quad (R^2 = 54\%)$$

$$ESP_2 = 9.581023437 + 0.005573927 * K + 0.000024214 * K^2 + 0.001915177 * N + 0.000096868 * N^2 - 0.000272782 * N^2 * K + 0.000000683 * N * K^2 - 0.000000568 * N^2 * K + 0.000000002 * N^2 * K \quad (R^2 = 62\%)$$

$$ESP_3 = 10.40424479 - 0.00045379 * K - 0.00652700 * N \quad (R^2 = 82\%)$$

Lima et al. (2002), estudando cultivares e seleções de goiabeiras, observaram variações na espessura do mesocarpo de 6,0 a 13,0 mm, sendo que este ultimo valor assemelha se ao encontrado neste ensaio. Segundo estes autores, frutos que apresentam maiores valores de espessura do mesocarpo também apresentam não apenas boa resistência ao transporte, mas principalmente ótima aparência. Já Silva et al. (2007), estudando doses de N e P em goiabeira ‘Paluma’, observaram que nos frutos na maturidade comercial em relação ao nitrogênio neste estágio de maturação se manteve constante com um pequeno aumento em torno de 100 g de N e espessura do mesocarpo de 10,81mm.

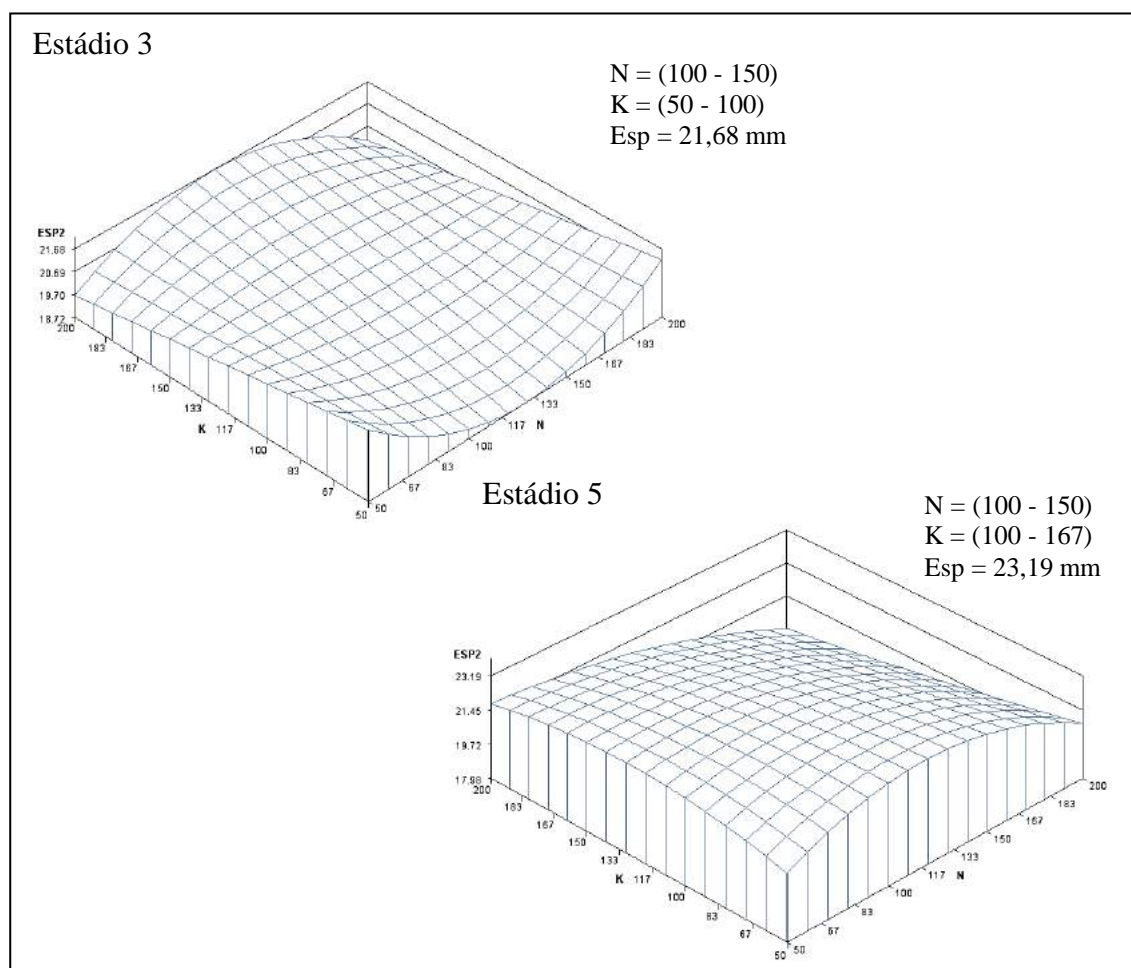


Figura 4. Estimativa da espessura da placenta de goiaba ‘Paluma’ nos estádios 3 e 5 de maturação submetido a doses de nitrogênio e potássio

Onde a espessura da placenta foram expressas com as seguintes equações:

$$ESP_3 = 30.28884896 - 0.07248842 * K - 0.19761385 * N + 0.00077847 * N^2 + 0.00147528 * N * K - 0.00000592 * N^2 * K \quad (R^2 = 84\%)$$

$$ESP_5 = 14.15035625 + 0.08292648 * K - 0.00022658 * K^2 + 0.13100033 * N - 0.00046088 * N^2 - 0.00086236 * N * K + 0.00000125 * N * K^2 + 0.00000163 * N^2 * K + 0.00000000 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 86\%)$$

A Figura 4 apresenta os resultados da espessura da placenta de frutos da goiabeira 'Paluma' sob adubação nitrogenada e potássica. Houve um acréscimo de 12,08% na espessura da placenta do estágio 3 para o 5. Os resultados demonstram que o desenvolvimento na espessura da placenta acentua-se a partir do terceiro estágio de maturação. Já com relação a necessidades de nitrogênio e potássio estas doses foram de $100 \text{ g.planta}^{-1}$, tanto para o nitrogênio quanto para o potássio.

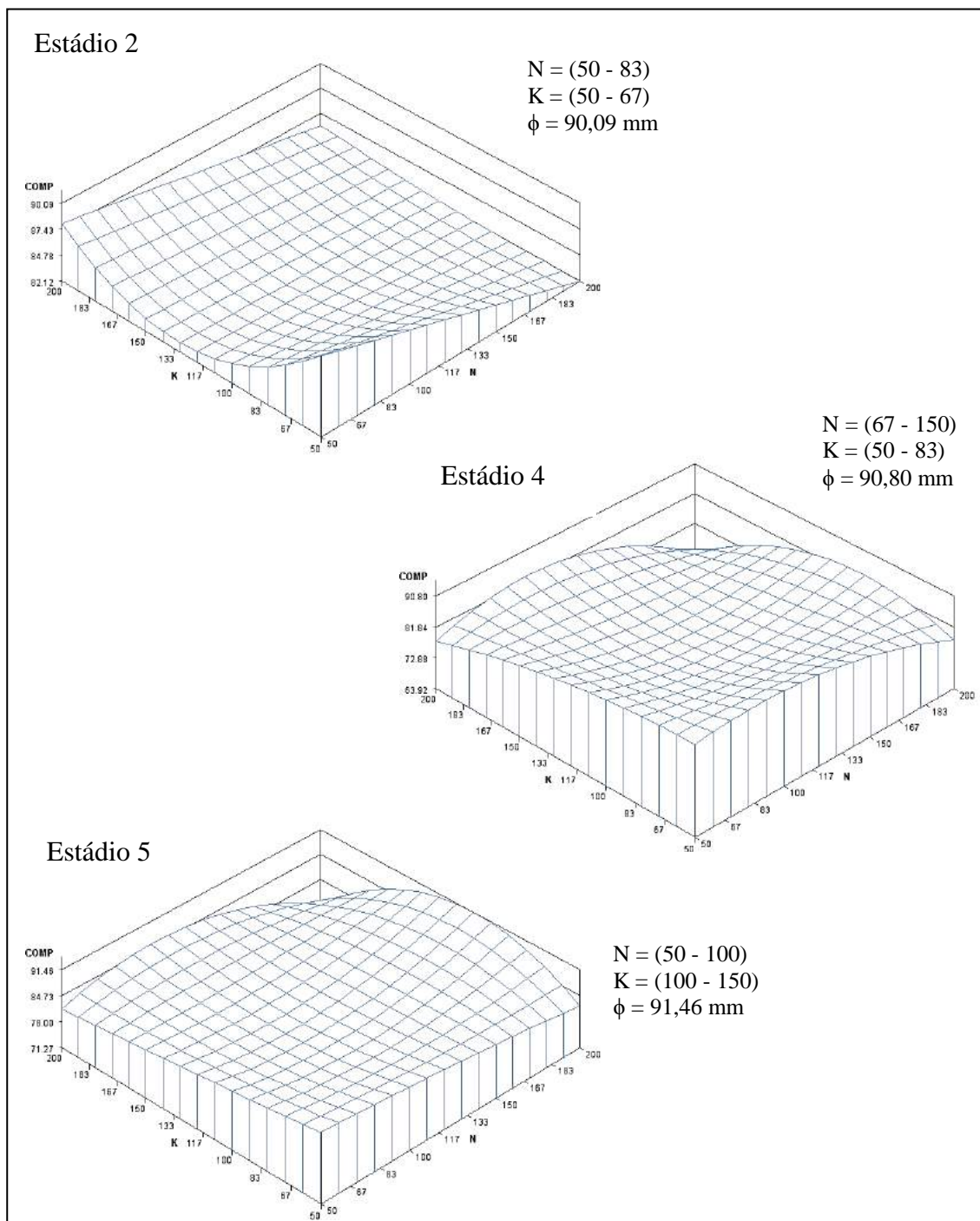


Figura 5. Estimativa para o atributo comprimento axial de goiaba ‘Paluma’ nos estádios 2, 4 e 5 de maturação submetida a doses de nitrogênio e de potássio.

Onde os comprimentos axiais dos frutos foram expressos com equações:

$$\text{COMP}_2 = 107.6123281 - 0.3666803 * K - 0.1253351 * N + 0.0013816 * K^2 + 0.0017747 * N * K - 0.0000065 * K^2 * N \quad (R^2 = 55\%)$$

$$\text{COMP}_4 = 43.65973438 + 1.03325267 * K - 0.00469848 * K^2 + 1.16285781 * N - 0.00534287 * N^2 - 0.02525461 * N * K + 0.00010735 * N * K^2 + 0.00011076 * N^2 * K - 0.00000047 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 50\%)$$

$$\text{COMP}_5 = 75.98884375 + 0.38628819 * K - 0.00209698 * K^2 + 0.45190256 * N - 0.00264871 * N^2 - 0.01225332 * N * K + 0.00005782 * N * K^2 + 0.00006563 * N^2 * K - 0.00000030 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 72\%)$$

Já os resultados do comprimento axial de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica representaram aumento de 90,09 para 91,46 mm, que corresponde a um incremento de 8,32% no comprimento axial dos frutos na transição dos estádios de maturação 2 para o 5, indicando que já nos primeiros estádios de maturação o fruto esta formado, não aumentando mais em comprimento (Figura 5). As melhores doses de nitrogênio e potássio foram as de 67 g.planta⁻¹ e 100 g.planta⁻¹, respectivamente, as quais conferiram maiores comprimentos axiais aos frutos.

Lima et al., 2002, reportaram o comprimento axial para diversas cultivares de goiaba, o qual variou de 58,4 e 76,0 mm, sendo estes resultados inferiores aos encontrados neste trabalho, que foi de 91,46 mm (Figura 5).

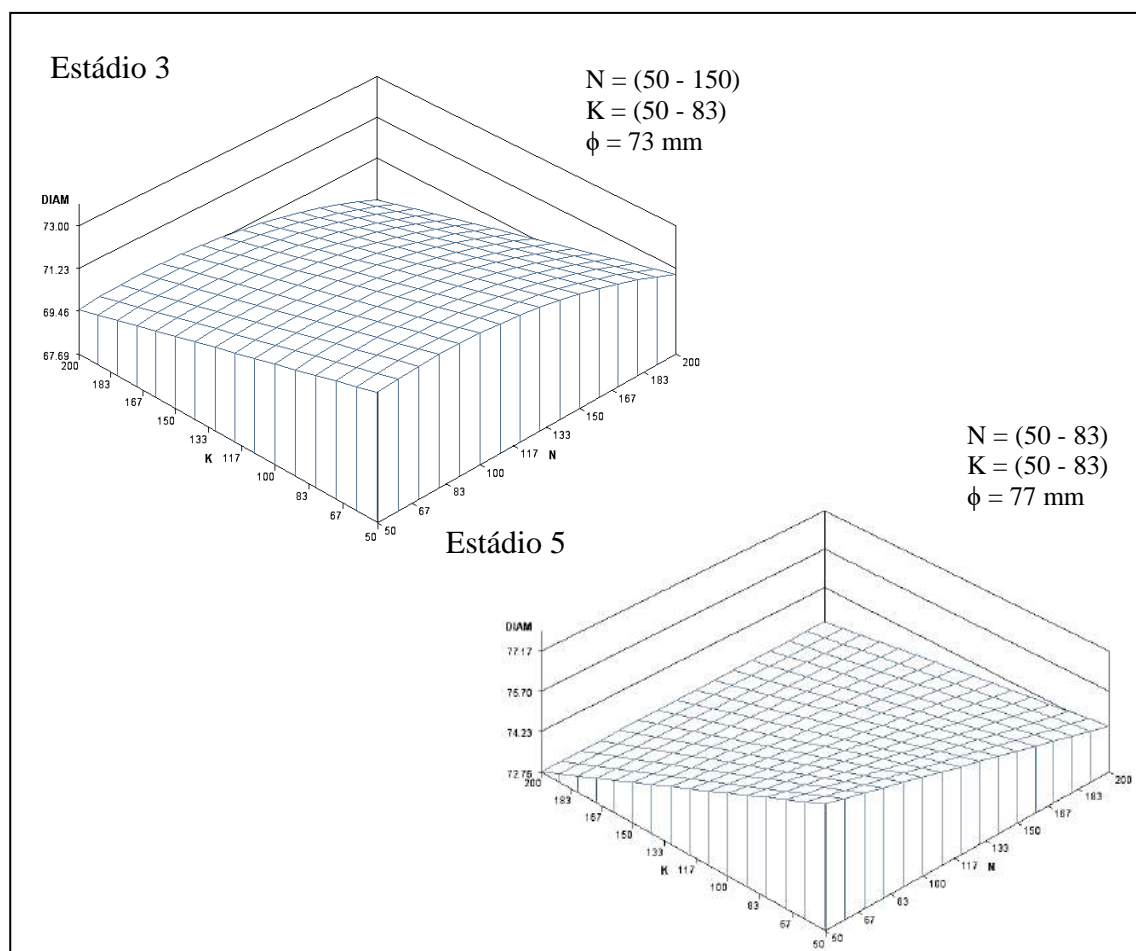


Figura 6. Estimativa para o atributo diâmetro transversal de goiaba ‘Paluma’ nos estádios 3 e 5 de maturação submetida a doses de nitrogênio e potássio.

Estimativa da massa fresca de goiaba ‘Paluma’ nos estádios 2, 3, 4, e 5 de maturação submetida a doses de nitrogênio e de potássio.

Onde os diâmetros transversais dos frutos de goiabeira foram expressos com as equações:

$$DIAM_3 = 73.02506250 - 0.02197587 * K + 0.02547398 * N - 0.00015089 * N^2 \quad (R^2 = 54\%)$$

$$DIAM_5 = 79.88245833 - 0.03593362 * K - 0.02470687 * N + 0.00012972 * K * N \quad (R^2 = 64\%)$$

A Figura 6 representa os dados do diâmetro transversal de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. O diâmetro transversal dos frutos variou de 73 a 77 mm do estádio 3 para o estádio 5, que corresponde a um acréscimo de 5,48%. Já com relação às doses de nitrogênio e potássio, a exigência nutricional permaneceu constante tanto para o nitrogênio quanto para o potássio, que foi de 50 g.planta⁻¹, independentemente do estádio de maturação. Estes valores de diâmetro transversal do fruto estão de acordo com Lima et al. (2002), que reportou valores entre 53 e 77,9 mm.

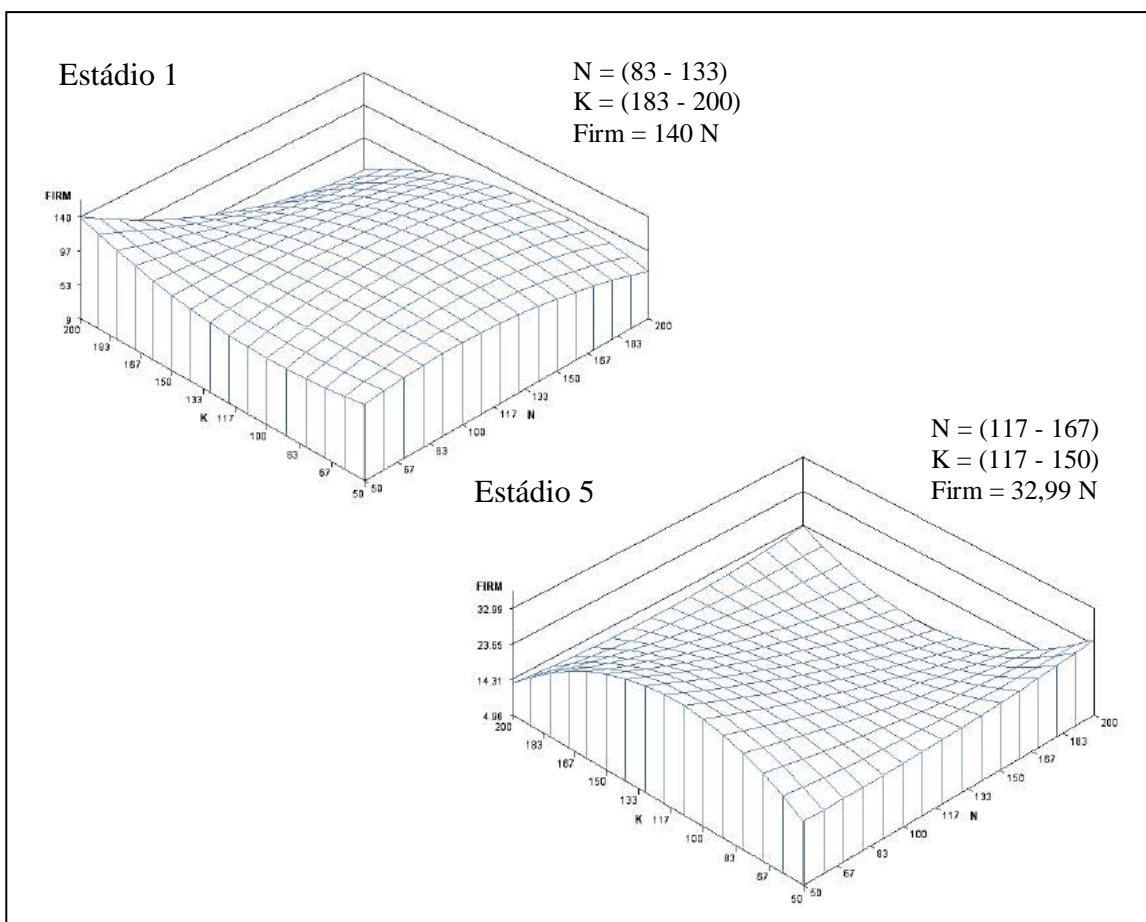


Figura 7. Estimativa para o atributo firmeza da polpa de goiaba ‘Paluma’ nos estádios 1 e 5 de maturação submetida a doses de nitrogênio e potássio.

Onde os diâmetros transversais dos frutos de goiabeira foram expressos com as equações:

$$FIRM_1 = 189,4926663 - 3,1029564 * K + 0,0165475 * K^2 - 1,0942038 * N + 0,0012233 * N^2 + 0,0508536 * K * N - 0,0002781 * K^2 * N - 0,0001426 * K * N^2 + 0,0000008 * K^2 * N^2 \quad (R^2 = 80\%)$$

$$FIRM_5 = -21,46656875 + 1,10062856 * K - 0,00452509 * K^2 + 0,33821224 * N + 0,00017112 * N^2 - 0,00923789 * N * K + 0,00003500 * N * K^2 + 0,00000143 * N^2 * K \quad (R^2 = 57\%)$$

A Figura 7 apresenta os valores de firmeza da polpa de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. Os maiores valores da firmeza foram encontrados para frutos do estádio de maturação 1 (140N) que diminuiu para 32N no estádio de maturação 5, o que é equivalente a um declínio de 83,11% na firmeza do fruto. Lima et al. (2008) reportaram uma firmeza de 15N para goiabas da mesma cultivar colhidas no estádio de maturação 5. Esta perda da firmeza tem sido associada à perda de integridade das paredes celulares, devido à degradação das moléculas que a constituem, como a celulose, a hemicelulose e as pectinas (TUCKER, 1993; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação ao nitrogênio, a dose permaneceu constante independente da maturação, sendo que a dose que melhor representou os dois estádios foi a de 83 g.planta⁻¹. Já o potássio declinou de 183g (estádio 1) para 117g (estádio 5), correspondendo a um decréscimo de 36,06%.

De acordo com Dhingra et al. (1983), são consideradas “verdes” (estádio de maturação 1) as goiabas com firmeza de 85 N e “verde amareladas” (estádio de maturação 3) aquelas com firmeza entre 51 N e 66 N. As diferenças na firmeza observadas entre as diferentes variedades tem sido em geral associadas aos seus teores de pectinas, que são atribuídos aos fatores genéticos, ao estádio de maturação e às condições climáticas durante o desenvolvimento dos frutos (ADSULE; KADAM, 1995; CAVALINI et al., 2006).

De acordo com as características físicas avaliadas, foi observado que a maximização para massa fresca, comprimento axial, diâmetro transversal, espessura do mesocarpo e da placenta e firmeza, responsáveis pela qualidade da goiaba ‘Paluma’, foram obtidas com as doses de 100 g de N.planta⁻¹ e 183 g de K.planta⁻¹ (Tabela 1). Portanto, as condições edafoclimáticas e os tratos culturais direcionados a cultura da

goiabeira nas condições do Litoral Paraibano propiciam a obtenção de frutos de excelente qualidade para os mercados mais exigentes.

Tabela 1. Características físicas da qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma' mediante as doses de nitrogênio e potássio

Estádio De Maturação	Massa fresca	Comprimento axial	Diamêtro Transversal	Espessura do mesocarpo	Espessura da placenta	Firmeza
1	176,799a	79,831a	64,972b	11,280ab	21,541a	98,461a
2	188,802a	83,725a	95,278a	9,341b	19,860a	107,092a
3	195,534a	81,900a	69,570b	9,621b	19,851a	64,108b
4	198,267a	81,013a	72,062b	10,101ab	20,598a	27,044c
5	209,502a	79,831a	71,507b	13,842a	22,403a	8,698c

CONCLUSÕES

- A aplicação de 100 g de N.planta⁻¹ e até 183 g de K.planta⁻¹ maximiza o acúmulo de massa fresca e reduz a perda de firmeza da goiaba 'Paluma' em cinco estádios de maturação.
- Nas condições em que o experimento foi realizado, observou-se a necessidade de maiores doses de potássio nos estádios iniciais de maturação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADSULE, R.N.; KADAM, S.S. Guava. In: SALUNKHE, D.K., KADAM, S.S. (Ed.) **Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing**. New York: Marcel Dekker.. Cap. 9, p. 419-433, 1995.

AULAR,J; NATALE,W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: Goiabeira, Mangueira e Mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. vol.35, p. 1214- 11231, 2013.

CARDOSO E. DE A.; COSTA, J. T. A.; SOARES, I.; SILVA, R. M. DA; MARACAJÁ, P. B. Produtividade da goiabeira ‘Paluma’ em função da adubação mineral. **Revista Verde**, v.6, p. 149 – 153, 2011.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’**. Dissertação Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2004.

CAVALINI, F.C. **Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’**. 89f. 2008. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas). ESALQ-USP. 2008.

CHAN JÚNIOR, H.T.; KWOK, S.C.M. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, p. 419-420, 1976.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, V.D. **Algumas características dos frutos de duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife. Anais. Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v.2, p.771-780, 1981.

CHITARRA, M.I.F. Características das frutas de exportação. In: GORGATTI NETO, A. et al. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. cap. 1, p. 9-11. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ed. Lavras: Ed. UFLA, p.785, 2005.

DHINGRA, M.K.; GUPTA, O.P.; CHUNDAWAT, B.S. Studies on pectin yield and quality of some guava cultivars in relation to cropping season and fruit maturity. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.,20, p. 10-13, 1983.

DUENHAS, L.H.; VILLAS BÔAS, R.L.; SOUZA, C.M.P.; RAGOZO, C.R.A.; BULL, L.T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de Laranja Valencia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.214-218, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

FRANCISCO, V.L.F.S.; BAPSTELLA, C.S.L.; AMARO, A.A. **A cultura da goiaba em São Paulo**. Instituto de Economia Agrícola, 2005. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/>> Acesso em 4 de junho 2013.

GERHARDT, L. B. de A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R. L. Características físico-químicas dos quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 185-192, 1997.

HUBBARD, N.L.; PHARR, D.M.; HUBER, S.C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiologia Plantarum**, v. 82, p. 191-196, 1991.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 4 de junho 2013.

LIMA, M. A. C. de; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; SANTOS, P. S.; PAES, P. C.; RIBEIRO, P. R. A.; DANTAS, B. F. Efeitos dos níveis de nitrogênio e potássio na produção e maturação de frutos de árvores irrigadas goiaba no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. vol.30, p. 246-250, 2008.

LIMA, M. A. C. DE; ASSIS, J. S. DE; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.273-276, 2002.

MARTIN-PREVEL, P.J. Physiological processes related to handling and storage quality of crops. In: Methods of K Research in Plants. Proceedings of the 21 st Colloquium of the International Potash Institute held at Luvain-la- Neuve, Belgium, 19-21 1989. IPI, Bern, Switzerland. p. 219-248, 1989.

MEDEIROS, B.G.S. **Propriedades físicas e químicas na determinação da maturação da goiaba (*Psidium guajava* L.) adubada**. Campina Grande: UFCG/DEAg, 2003. p.70. (Dissertação Mestrado).

MEDINA, J.C. **Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. Campinas: ITAL, 1988. p.1-21. (Série Frutas Tropicais 6).

MORGADO, C.M.A.; LOPES, V.G.; SANTOS, L.O.; DONI, T.G.; DURIGAN, J.F. **Qualidade de goiabas ‘Kumagai’ colhidas em diferentes estádios de maturação e armazenadas em duas temperaturas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12, 2009, Fortaleza. Anais. Fortaleza: SBFV. 2009.

MORGADO, C.M.A.; MOMBELLI, J.C.; SANTOS, L.O.; MIGUEL, A.C.A.; DURIGAN, J.F. **Qualidade de goiabas ‘Século XXI’ colhidas em diferentes estádios de maturação e armazenadas em duas temperaturas**. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12, 2009, Fortaleza. Anais. Fortaleza: SBFV. 2009.

MORGADO, C.M.A.; LOPES, V.G.; GOMES, R.F.O.; HOJO, E.T.D.; DURIGAN, J.F. **Avaliações físicas de goiabas ‘Paluma’ colhidas em dois estádios de maturação e armazenadas sob diferentes temperaturas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DA GOIABA, 3, 2009, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FUNEP; FCAV-UNESP. 2009.

MORGADO, C.M.A.; LOPES, V.G.; GOMES, R.F.O.; MARTINS, R.N.; DURIGAN, J.F. **Goiabas ‘Paluma’ colhidas em dois estádios de maturação e armazenadas sob diferentes temperaturas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DA GOIABA, 3, 2009, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FUNEP; FCAVUNESP. 2009.

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

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

PEREIRA, F.M., MARTINEZ, J.R.M. **Goiabas para industrialização.** Jaboticabal: Legis Suma, 1986.

PEREIRA, F.M.; CARVALHO, C.A.; NACHTIGAL, J.C. Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, p.498-500, 2003.

RODRIGUES, L.A. **Contribuição ao estudo bioquímico de frutas tropicais e exóticas produzidas no Brasil: pectina, açúcares e proteínas.** 110f. 2009. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Araraquara: UNESP-IQ. 2009.

SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman & Hall, p. 454, 1993.

SILVA JÚNIOR, J.F. da; TAVARES, J.A.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; PEDROSA, A.C.; MELO NETO, M.L. de. Competição de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) para indústria na Chapada do Araripe, PE. II. Características físico-químicas do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, p.1-6, 1999.

SILVA, G.C. da; SOUZA, A. P. de; MENDONÇA, R. M. N; ARAÚJO. R.da C. **Produção de frutos da goiabeira submetida à adubação nitrogenada e Fosfática em área de cultivo comercial na Paraíba.** In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006. Cabo Frio-RJ. Anais. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. 529p.

SILVA, G.C. da; SILVA, S.M; SOUZA, A. P. de; MENDONÇA, R. M. N; ARAÚJO; R.da C; SANTOS, D; SILVA, A.P. da. **Qualidade de frutos da goiabeira "Paluma" em resposta à adubação nitrogenada e Fosfática.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Anais... Gramado: SBCS, 2007. 1CD.

SILVA, J. E. B. da; DANTAS, NETO J.; GOMES, J. P.; MACIEL, J. L.; SILVA, M. M. da; LACERDA, R. D. de; 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, p.43-52, 2008.

SOUZA, M. E. de; SILVA, A. C. da; SOUZA, A. P. de; TANAKA, A. A.; LEONEL, S. Influência das precipitações pluviométricas em atributos físico-químicos de frutos da goiabeira „paluma“ em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, p. 637-646, 2010 (Comunicação Científica).

TUCKER, J.A. Introduction. In: SEYMOR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A.**Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman & Hall, cap.1, p.2-51, 1993.

WHEELER, G.L.; JONES, M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, London, v.393, p.365-369, 1998.

**MATURAÇÃO E QUALIDADE DE GOIABA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À
ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

(artigo que será submetido à revista Revista Brasileira de Fruticultura, classificada na área de Ciência de Alimentos da CAPES como B2).

MATURAÇÃO E QUALIDADE DE GOIABA ‘PALUMA’ EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

Resumo

Os fatores pré-colheita tem grande influência na qualidade pós-colheita dos produtos agrícolas. Dentre estes fatores, a adubação e conseqüentemente o estado o estado nutricional das culturas podem afetar a produtividade e a conservação pós-colheita dos frutos. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre as características de qualidade dos frutos da cultivar Paluma em área de plantio comercial no município de Alhandra – PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas e subdivididas, sendo as parcelas, quatro doses de nitrogênio: 50, 100, 150, 200 g por planta e quatro doses de potássio: 50, 100, 150, 200 g por planta. E as subparcelas os cinco estádios de maturação. O número de blocos foi cinco, e as unidades experimentais foram constituídas por cinco frutos. Em cada estágio de maturação foi aplicada a técnica da superfície de resposta para as doses de N e K. Para a escolha dos modelos, determinou-se R^2 mínimo de 50%. As características avaliadas foram: sólidos solúveis (SS), açúcares redutores (AR), relação SS/AT, acidez titulável(AT), pH e Ácido ascórbico.As doses de 100 g de N e 150 g de K por planta maximizou as melhores características físico-químicas da goiaba “paluma”. As principais mudanças ocorreu entre os estádios 3 e 5, quando os frutos apresentaram condições ideais para o consumo, foram relativas ao acúmulo de sólidos solúveis e de açúcares solúveis.

Termos para indexação: amadurecimento, características físico-químicas, estádios de maturação, nutrição mineral

Abstract

The pre-harvest factors have great influence on postharvest quality of agricultural products. Among these factors, fertilization and consequently the nutritional status can affect crop productivity and postharvest fruit. The aim of this study was to evaluate the effects of nitrogen and potassium fertilization on fruit quality characteristics of the cultivar Paluma in commercial plantation area in the city of Alhandra - PB. The

experimental procedure applied was a randomized block scheme and its subdivision. Plots were defined as four nitrogen dosages: 50, 100, 150, 200 g per plant and four potassium dosages: 50, 100, 150, 200 g per plant. The subplots encompassed five maturation stages of the fruit. The number of blocks was five and the experimental units were constituted by five maturation stages. In each maturation stage it was applied the technique of surface response for N and K dosages. In order to choose the models, it was determined minimum R^2 of 50%. The characteristics evaluated were: soluble solids (SS), reducing sugars (RS), SS / TA ratio, titratable acidity (TA), pH and ascorbic acid. Dosages of 100 g N and 150 g K per plant maximized the best physical-chemical characteristics of "paluma" guava. The main changes between stages occurred at 3:05, when the fruits have ideal conditions for consumption. This is due to the accumulation of soluble solids and soluble sugars.

Index terms: ripening, physical-chemical ripening stages, mineral nutrition

INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira vem evoluindo muito nos últimos anos, principalmente devido ao desenvolvimento de cultivares mais produtivas, e com frutos de dupla finalidade: mesa e/ou indústria, para uma mesma cultivar como é o caso da 'Paluma' (Souza et al., 2009). No ano de 2007, o País atingiu uma produção de 316 mil toneladas, em uma área plantada de aproximadamente 15 mil hectares, sendo um dos principais produtores mundiais. As cultivares mais plantadas são Kumagai, Pedro Sato, Sassaoka, Paluma, Rica, Século XXI e IAC-4 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009).

Os fatores responsáveis pela qualidade dos frutos recebem a influência direta da cultivar, condições climáticas, solo, tratamentos culturais e estádios de maturação (HULME, 1970). A composição química da goiaba recebe influência direta da variedade, nutrição, estágio de maturação e condições climáticas durante o período de desenvolvimento dos frutos. Não há, portanto, possibilidade de extrapolar os resultados de uma região para a outra, o que implica na necessidade de pesquisas de âmbito regional para o conhecimento da qualidade dos frutos (ESTEVEZ; CARVALHO, 1982).

O balanço de nutrientes minerais afeta tanto a qualidade do fruto como sua possibilidade de armazenamento pós-colheita. Os efeitos na qualidade do fruto são devidos à quantidade e ao equilíbrio de nutrientes no mesmo, tendo ainda um efeito indireto sobre o crescimento vegetativo do ano seguinte (CRISOSTO et al., 1994). De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), a qualidade pode ser definida como “um conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que tem significância na determinação do grau de aceitação desse produto pelo consumidor”.

Como os nutrientes exercem funções específicas dentro da planta, a carência ou o excesso de um deles resulta em alterações metabólicas, morfológicas ou anatômicas específicas, que se traduzem em sinais externos, os quais, juntamente com as análises de solo e folhas, completam o diagnóstico da disponibilidade dos nutrientes no solo, o que é fundamental no estabelecimento dos programas de adubação (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001).

Os fatores pré-colheita têm grande influência na qualidade pós-colheita dos produtos agrícolas. Dentre estes fatores, a adubação e conseqüentemente o estado

nutricional das culturas podem afetar a produtividade, qualidade e a conservação pós-colheita dos frutos (CARVALHO et al., 1994). Nesse sentido, o N é o nutriente requerido pelas plantas em maior quantidade, pois promove rápido crescimento, aumenta a área foliar e a qualidade do produto; acelera a maturação e promove rápido desenvolvimento de frutos e sementes. Por ser constituinte de aminoácidos, exigidos para síntese proteica, coenzimas, ácidos nucleicos e vitaminas, o N participa da fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, na maioria dos processos metabólicos (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 1995). O P atua no metabolismo energético (ATP), age nas reações de sínteses de açúcares fosfatados, ácidos nucleicos e coenzimas, também atua na formação e movimentação de carboidratos. (EPSTEIN E BLOOM, 2006). Segundo Silva et al. (2007) o aumento das doses de fósforo resultou em aumento dos teores de vitamina C e de amido nos frutos da goiabeira 'Paluma'. Por sua vez, o crescimento normal da planta também é afetado drasticamente pela adubação potássica, pois o K tem recebido maior atenção e conferido respostas mais acentuadas em termos de qualidade dos produtos. Tem a função de: ativa enzimas da fotossíntese e respiração, determina a turgescência das células, balancear os sais e água e incrementar a fixação de CO₂ e promove o transporte de fotoassimilados. Também depende do K a atividade da amido-sintetase e para o metabolismo dos carboidratos (piruvato-quinase e fosfato-quinase) (EPSTEIN E BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006; MARTIN-PRÉVEL, 1989). Entretanto, torna-se importante assegurar o equilíbrio nutricional das plantas, pois tanto a carência quanto o excesso de macro, micronutrientes e até mesmo elementos úteis e benéficos, pode se constituir em fator limitante para os atributos de qualidade dos frutos (MARSCHNER, 1995).

O teor de sólidos solúveis totais é influenciado por vários fatores de ambiente como irrigação desuniforme ou excesso de água, propriedades físicas do solo, adubações, insolação, presença de patógenos entre outros (MENEZES et al., 1998).

Os sólidos solúveis representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante o amadurecimento pela biossíntese ou degradação dos polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Após a colheita, o teor de sólidos solúveis na goiaba parece não sofrer alterações significativas (JACOMINO, 1999; XISTO, 2002). Tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido em goiabas e, a

frutose e glicose são originárias da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido (NULTSCH, 2000).

A acidez titulável de um fruto é dada pela presença de ácidos orgânicos. Durante o processo de amadurecimento do fruto esses ácidos tendem a diminuir devido a sua oxidação em decorrência da respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A goiaba apresenta sabor moderado e bem aceito pelo consumo de mesa, sua acidez é devida à presença dos ácidos málico e cítrico e em menores quantidades, dos ácidos galacturônico e fumárico (GEHATDT et al., 1997).

A relação SS/AT é considerada uma das formas mais práticas de avaliar o sabor dos frutos, sendo a acidez decisiva nesse ponto, pois uma vez alta, acarreta redução na relação. Os teores de açúcar e de acidez dos frutos podem sofrer variação em decorrência de fatores ambientais e práticas de cultivo, qualidade de luz solar e temperatura, como também do tipo e dosagens de fertilizantes, portanto, com reflexos diretos na relação SS/AT (NASCIMENTO, 2003).

A vitamina C é responsável por importantes processos metabólicos, na síntese de lipídeos e proteínas, metabolismo de carboidratos, respiração celular, formação e manutenção de colágeno, inibição da formação de nitrosaminas, regeneração dos tecidos, prevenção de sangramento, reduzindo o risco de infecções e facilitando a absorção de minerais, absorção de ferro. E tem se destacado por sua ação antioxidante, protegendo as células e os tecidos do processo oxidativo (FRANKE et al., 2004; GARDNER et al., 2000; HALLIWELL, 2001; KIM et al., 2002; VANNUCHI; JORDÃO Jr., 1998; MILANESIO et al., 1997; MOSER; BENDICH, 1991; SILVA, 2005; SUNTORNSUK et al., 2002).

A goiaba tem de 3 a 6 vezes mais ácido ascórbico do que a laranja, sendo este teor médio de ácido ascórbico de 50 a 300mg.100g⁻¹ (THAIPONG et al., 2006). Como o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exigidos pela goiabeira, estes devem ser aplicados na forma, na quantidade e também na época correta. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo determinar a melhor combinação de dose de nitrogênio e potássio aplicado à goiabeira ‘Paluma’ que permita frutos de melhor qualidade, com base em características físico-químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Alhandra-PB, que pertence a microrregião do litoral Sul e 32 Km distante da capital. Em um pomar comercial com 16 meses de formação, da cultivar Paluma propagadas por estacas herbáceas. O experimento está localizado a $7^{\circ} 22' 10''$ latitude sul, $34^{\circ} 56' 59''$ de longitude oeste e altitude de 49 m. Segundo a classificação de Kopper, o clima é seco (clima Tropical chuvoso com verão) e o solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (EMBRAPA, 1999). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4×4 , com cinco repetições. As doses de nitrogênio foram 50, 100, 150 e 200 g de N por planta, correspondendo a 110, 220, 330 e 440 g de ureia/planta e 50, 100, 150 e 200 g de K_2O /planta, correspondendo a 83, 166, 250 e 333 g de cloreto de potássio/planta. Todas as plantas receberam a mesma dose de P_2O_5 , que foi de 140 g/planta, de acordo com Silva et al. (2006).

O produtor já utiliza para as demais áreas em produção, os padrões de adubação de 100 g de ureia/planta e 150 g de K_2O /planta baseando-se em Silva et al. (2006). No presente estudo, todas as plantas receberam a mesma dose de P_2O_5 , que foi de 140 g/planta, de acordo com Silva et al. (2006), correspondendo à 280 g de MAP (fosfato monoamônico). A aplicação foi feita manualmente na projeção da copa, sendo o fósforo aplicado em dose única, enquanto, o nitrogênio e o potássio foram parcelados em três aplicações no solo.

A aplicação foi feita manualmente na projeção da copa, sendo o fósforo aplicado em dose única, enquanto, o nitrogênio e o potássio foram parcelados em três aplicações no solo. Os frutos foram colhidos em cinco estádios de maturação de acordo com a cor da casca e os aspectos internos, como representado na figura abaixo.



Figura 1. Diferentes estádios de maturação da goiaba “Paluma”, conforme escala proposta por CAVALINI (2004).

Sendo o estágio 1- frutos com coloração da casca verde escuro, estágio 2- frutos com quebra da cor verde, estágio 3- frutos com coloração de casca em início do desenvolvimento de cor amarela, estágio 4- frutos com coloração da casca parcialmente amarela, estágio 5- frutos com coloração da casca totalmente amarela. Os frutos foram colhidos e selecionados segundo a cor da casca e ausência de defeitos, acondicionados em caixa plástica forrada com espuma, para evitar danos mecânicos e transportados imediatamente ao laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, do Centro de Ciências Agrárias-Areia – PB, onde foram realizadas as avaliações físico-químicas. Para tanto os frutos foram cinco frutos, processados e armazenados em freezer a -18°C nos cinco estádios de maturação e com cinco repetições por tratamento totalizando 400 amostras.

Foram avaliadas as variáveis:

Sólidos Solúveis (% SS): Foram quantificados em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificados em refratômetro digital, de acordo com

metodologia estabelecida pela Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1984).

Açúcares Redutores (AR) – (g de glicose.100g⁻¹): determinado por titulometria utilizando solução de Fehling A e B com indicador azul de metileno, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz-IAL (2005).

Relação SS/AT: Foi determinada através da relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

Acidez Titulável (%AT): Foi determinada em 05 gramas de polpa triturada, que foram diluída em 50 mL de água destilada, através titulação com NaOH 0,05M e expressa em porcentagem de ácido cítrico, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2005).

Potencial Hidrogeniônico - pH: utilizando potenciômetro digital, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2005).

Ácido ascórbico: determinado por titulometria, utilizando-se solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002 %) até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando-se 1g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5% conforme Strohecker e Henning (1967).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas. Na parcela foram avaliadas quatro doses de nitrogênio: 50, 100, 150, 200 g por planta e quatro doses de potássio: 50, 100, 150, 200 g por planta. Na subparcela, considerou-se cinco estádios de maturação sendo: estágio 1- frutos com coloração da casca verde escuro, estágio 2- frutos com quebra da cor verde, estágio 3- frutos com coloração de casca em início do desenvolvimento de cor amarela, estágio 4- frutos com coloração da casca parcialmente amarela, estágio 5- frutos com coloração da casca totalmente amarela. O número de blocos foi cinco, e as unidades experimentais foram constituídas por cinco frutos. Em cada estágio de maturação foi aplicada a técnica da superfície de resposta para as doses de N e K. Para a escolha dos modelos, determinou-se R² mínimo de 50%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os resultados para pH de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. Quanto à adubação com N, para os maiores valores de pH, a necessidade de nitrogênio foi reduzida de 182g por planta para 167g por planta do estágio de maturação 2 para o estágio de maturação 5, representando um decréscimo de 8,74% na necessidade deste nutriente a medida que a maturação avançava. Com relação ao potássio, nos maiores valores de pH, a necessidade de K foi reduzida de 150g por planta para 117g por planta, correspondendo a um decréscimo de 22% a medida que a maturação avançava. Estes resultados indicam que a necessidade destes nutrientes são elevadas até que a maturidade fisiológica do frutos seja atingida, mas vai declinando a medida que a maturação avança e o amadurecimento do fruto se estabelece.

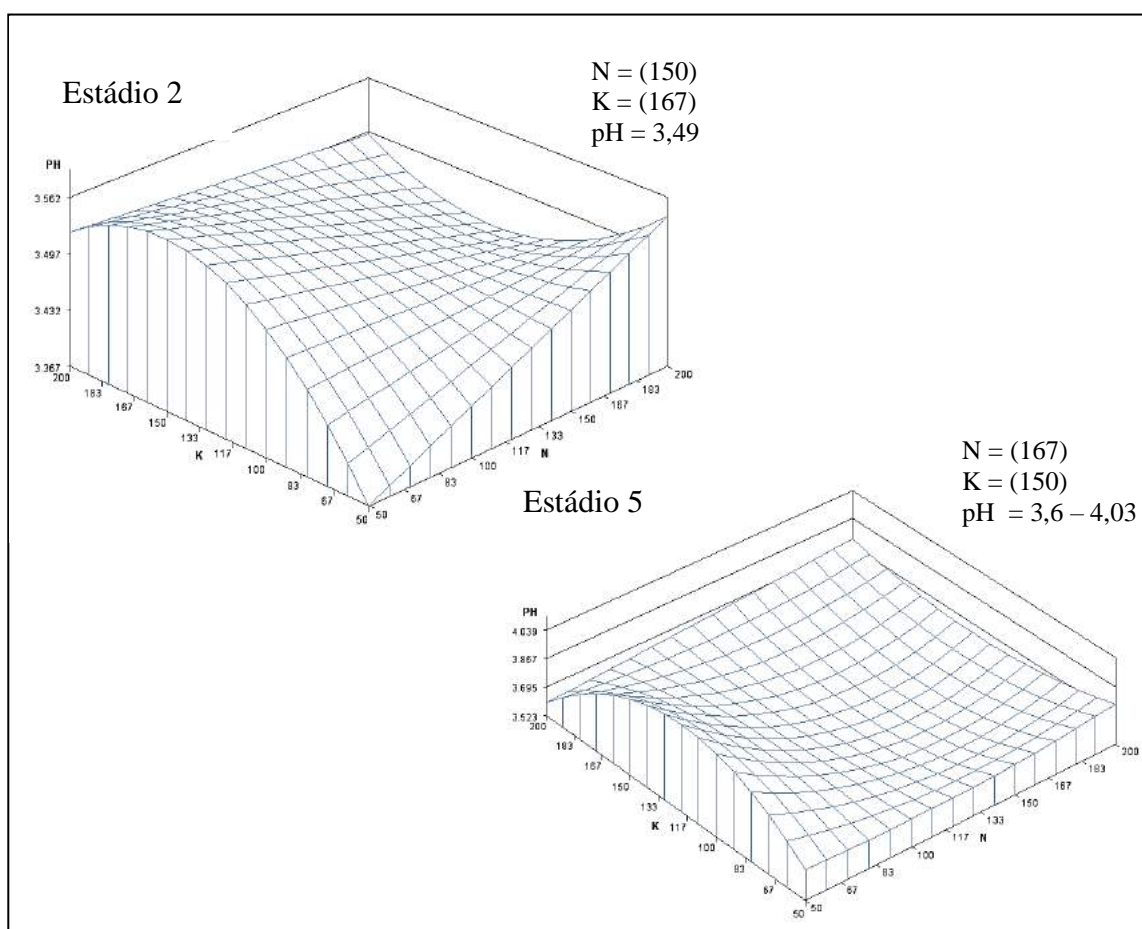


Figura 2. Estimativa para o atributo pH de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio nos estádios 2 e 5 de maturação.

Onde os valores de pH dos frutos foram expressos com as equações:

$$pH_2 = 2.951250000 + 0.008600000 * K - 0.000028500 * K^2 + 0.003632500 * N - 0.000059900 * N * K + 0.000000204 * N * K^2 \quad (R^2 = 57\%)$$

$$pH_5 = 2.050625000 + 0.043161250 * K - 0.000178125 * K^2 + 0.023562500 * N - 0.000069750 * N^2 - 0.000632215 * N * K + 0.000002592 * N * K^2 + 0.000001951 * N^2 * K - 0.000000008 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 73\%)$$

O resultado do pH variou de 3,49 a 4,03 no estágio de maturação 2 para o estágio 5. Quanto aos melhores valores de nitrogênio foi 167 g e para o potássio foi de 150 g. Comparando estes dados com os da acidez presente na figura 3, têm-se que o pH está relacionado diretamente com o decréscimo da acidez do fruto, observação que esta de acordo com o estudo de outros autores, Ramos et al. (2011) em São Manuel-SP, avaliando a qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma' reportou para este parâmetro variações inferiores aos apresentados nessa pesquisa. De acordo com Silva et al., (2008) a variação do pH foi na faixa 3,39 a 3,67; Medeiros (2003) 3,82 a 4,40; Lima et al. (2001) 3,72 a 4,22. Segundo Manica et al (1998) e Lima et al. (2002) os valores de pH superiores a 3,5 indicam a necessidade da adição ácidos orgânicos comestíveis no processamento dos frutos, visando à melhor qualidade do produto final industrializado.

A Figura 3 apresenta os resultados de acidez titulável de frutos da goiabeira 'Paluma' sob adubação nitrogenada e potássica. Quanto à adubação nitrogenada, a necessidade de nitrogênio apresentou um decréscimo de 57,25% do estágio de maturação 2 para o 5, o que resultou em um declínio na acidez titulável à medida que a maturação avançava, sendo a melhor dose de 100 g.

Com relação ao potássio, no decorrer da maturação a necessidade deste nutriente aumentou 16,39% do estágio de maturação 2 para o 4, resultando num aumento da acidez titulável, sendo 167 g a melhor dose. A acidez titulável de goiabas 'Paluma' deste trabalho variou de 0,61 para 0,51 % de ácido cítrico do estágio de maturação 2 para o 4, correspondendo a uma diminuição de 16,39% da acidez titulável com o avanço da maturação. Estes valores estão de acordo com a legislação brasileira para polpa de frutas, que estipula como limite mínimo para acidez titulável de 0,4% (BRASIL,2000)

Embora em termos de produtividade, a goiabeira parece ser muito responsiva ao K (DANTAS et al., 2007), inclusive quando avaliada em anos sucessivos (HERNANDES et al., 2012), este nutriente também exerce papel importante na qualidade do fruto (LIMA et al., 2008), como também observado neste experimento.

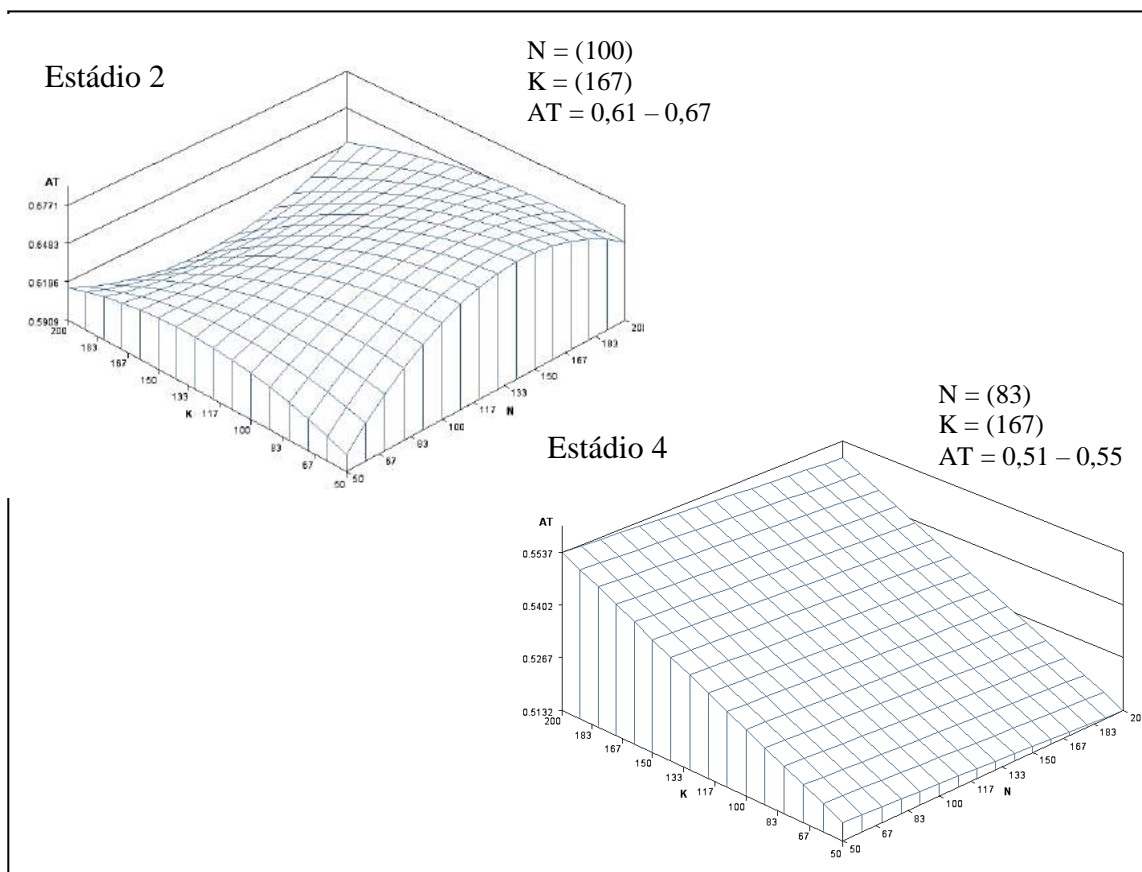


Figura3. Estimativa para o atributo acidez titulável de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio nos estádios 2 e 4 de maturação.

Onde, para os valores de acidez titulável dos frutos da goiabeira foram geradas as equações:

$$AT_2 = 0.4075625000 + 0.0020711625 * K - 0.0000040025 * K^2 + 0.0037680375 * N - 0.0000130975 * N^2 - 0.0000265895 * N * K + 0.0000000094 * N * K^2 + 0.0000000898 * N^2 * K \quad (R^2 = 57\%)$$

$$AT_4 = 0.5072671875 + 0.0002399625 * K - 0.0000304625 * N \quad (R^2 = 73\%)$$

Kusano et al. (2013) em trabalho com frutos de ‘Paluma’ obsevou valores de 0,66% de ácido cítrico, superior ao encontrado neste trabalho que foi de 0,51% para o estádio quatro. A acidez titulável em goiabas é devida a presença de ácidos orgânicos, cujos maiores teores são de ácidos cítrico e málico e os menores dos ácidos galacturônico e fumárico (CHAN JÚNIOR; KWOK, 1976), podendo variar de 0,9% a 0,6%, quando expressa em ácido cítrico (CAVALINI, 2008). MORGADO et al. (2009) relataram para goiabas ‘Paluma’ acidez titulável de 0,70 g.100g⁻¹ de ácido cítrico, sendo esse valor superior ao encontrado neste trabalho.

A Figura 4 apresenta resultados de sólidos solúveis (SS) e da relação sólidos solúveis/acidez titulável (Relação SS/AT) de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. Com relação aos sólidos solúveis, os teores variaram entre 9,17 e 9,90% e estão coerentes com os dados de pesquisas listados na literatura. Lima et al. (2008) e Medina (1988), reportaram resultados na faixa 9,5 a 11° Brix; Silva et al., (2008) de 9,96 a 12,06%. No entanto, foram superiores aos reportados por Medeiros (2003), cujos valores variaram de 5,0 a 7,0%, bem como por Chitarra et al. (1981), que reportaram °Brix de 6,51%. Por outro lado, os valores de SS estão coerentes com os de NATALE et al. (1995) 8,40 e 9,65%.

Sabe-se que esta característica é uma das principais dos frutos no que diz respeito ao sabor, visto que a nutrição, o estágio de maturação, a atividade fotossintética das plantas e as condições climáticas durante o desenvolvimento dos frutos. Há que considerar também que o valor de SS não deve ser selecionado por si só, uma vez que a relação entre estas características e a acidez titulável é que determina o sabor dos frutos.

Em relação ao Nitrogênio e Potássio, a dose que resultou em teores mais elevados de sólidos solúveis corresponde a 150 g de N.planta⁻¹ e de 133 g de K.planta⁻¹.

No que diz respeito à relação SS/AT, os valores mais elevados foram de 19,71 a 23,09, os quais foram superiores aos reportados por MORGADO et al (2009). Esses pesquisadores encontraram para goiabas ‘Paluma’ uma relação SS/AT de 13,3; em goiabas ‘Século XI’ a relação foi de 15,3; para a ‘Sassaoka’, a relação foi de 23,2; e para a ‘Pedro Sato’, esta relação de 16,3. Portanto, dentre estas cultivares, a ‘Sassaoka’ mostrou uma relação SS/AT próxima as melhores doses dos nutrientes, que foram 83 g de N.planta⁻¹ e 133 g de K.planta⁻¹.

O sabor da goiaba tem sido atribuído à relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável, o que permite classificar a goiaba ‘Paluma’ deste experimento como tendo sabor adocicado e bem aceito para consumo fresco.

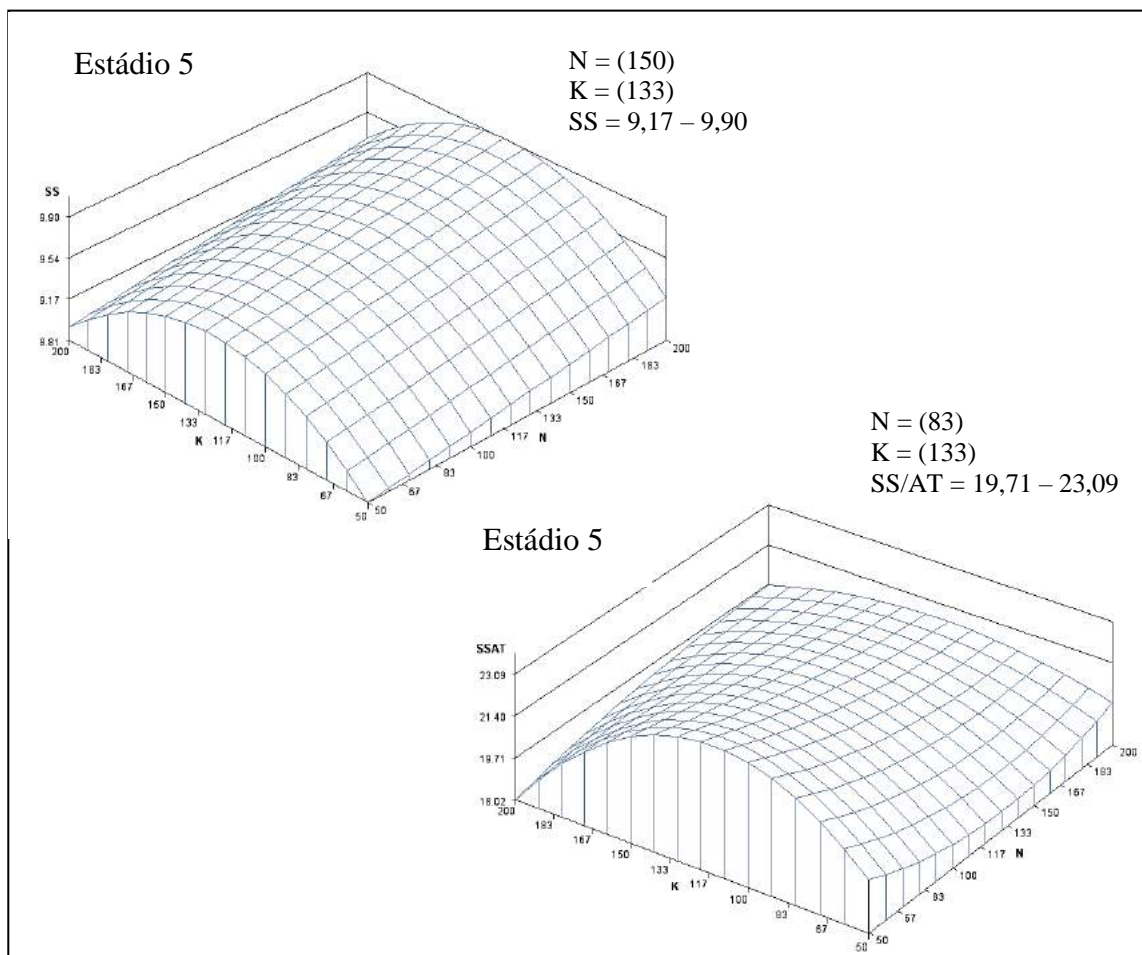


Figura 4. Estimativa dos atributos Sólidos Solúveis e Relação Sólidos Solúveis/ Acidez Titulável de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio no estágio 5 de maturação.

Onde, os Sólidos Solúveis e Relação Sólidos Solúveis/ Acidez Titulável de frutos da goiabeira ‘Paluma’ foram expressos pelas equações:

$$SS_5 = 7.467500000 + 0.002501250 * N + 0.030143125 * K - 0.000117438 * K^2 \quad (R^2 = 54\%)$$

$$SSAT_5 = 15.31173929 + 0.18353873 * K - 0.00087876 * K^2 - 0.04604301 * N + 0.00029449 * N^2 - 0.00033015 * N * K + 0.00000345 * N * K^2 - 0.00000177 * N^2 * K \quad (R^2 = 51\%)$$

O teor de açúcares tem importante papel nas características relacionadas com o sabor e aroma dos frutos, pois o teor total de sólidos solúveis, especialmente o de açúcares, é muitas vezes utilizado como indicador da maturação e da qualidade destes (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Há diferentes vias e mecanismos de acumulação de carboidratos durante o desenvolvimento dos frutos, com atuação diferenciada de enzimas metabolizadoras ou sintetizadoras de açúcares (MARSCHNER, 1995). A

sacarose é o principal açúcar translocado na maioria dos frutos. A sacarose é sintetizada nas folhas pela sacarose fosfato sintase (SPS), mas não pela sintase sacarose (SS), ambas reguladas covalentemente por fosforilação/desfosforilação, e translocada para o floema, por meio de um sistema co-transportador H^+ -açúcar, típico de translocação nas plantas (HUBBARD et al., 1991), embora possa também haver translocação de outros açúcares como rafinose e sorbitol (MARSCHNER, 1995).

A sacarose translocada no fruto pode ser decomposta em glicose e frutose pela invertase ácida (IVA) antes de ser absorvida no interior da célula, cujo processo é denominado de retranslocação apoplástica. A sacarose absorvida diretamente na célula para retranslocação simplástica é facilmente degradada pela invertase alcalina (IVAL) no citosol (MARTIN-PREVEL, 1889; MARSCHNER, 1995). A sacarose translocada das folhas para os frutos é facilmente decomposta para glicose e frutose pela IVA antes de ser assimilada no interior das células do parênquima, onde finalmente é resintetizada pela SPS (MARTIN-PREVEL, 1889). Com o avançar da maturação, pode haver efluxo de açúcares dos vacúolos celulares para o citosol e espaços livres intercelulares, possivelmente estimulado pelo aumento nas ligações entre membranas, permitindo assim maior acúmulo de açúcares nos espaços livres (MARSCHNER, 1995).

Portanto, o K está envolvido na ativação de mais de 60 enzimas, incluindo sintases, oxidoredutases, dehidrogenases, transferases e cinases, as quais são necessárias para processos essenciais como a utilização de energia, síntese de amido, metabolismo de N e respiração (MARSCHNER, 1995). O K é o mais eficiente cátion estimulador da atividade enzimática e a nutrição potássica resulta em maior concentração de amido na planta, melhorando assim a qualidade do produto. O acúmulo de amido confere também maior status energético e tem importância nas condições de estresse. Em condições de deficiência de K ocorrem alterações no metabolismo de carboidratos, com consequências negativas, no decréscimo do conteúdo de amido e de carboidratos solúveis (MENGEL; KIRKBY, 1987). Silva et al. (2007) reportou que os teores de açúcares não redutores variaram quadraticamente e os de amido aumentaram linearmente com as doses de nitrogênio, enquanto que a relação sólidos solúveis/acidez total apresentou comportamento quadrático com a maior relação SS/AT (25,53) obtida com a combinação de 120 g. planta⁻¹ de nitrogênio com 120 g. planta⁻¹ de fósforo. Por outro lado, neste experimento, em que a dose de fósforo foi fixada em 140 g/planta de P₂O₅, as crescentes doses de K não resultaram em aumento do conteúdo de amido. No

entanto, o acúmulo de açúcares redutores e o decréscimo do conteúdo de amido em algumas culturas são as causas principais de distúrbios fisiológicos indesejados manifestados pelo escurecimento interno da polpa de frutos que ocorre sob condições inadequadas de K (MARTIN-PRÉVEL, 1989), o que não foi observado neste experimento com goiabas ‘Paluma’.

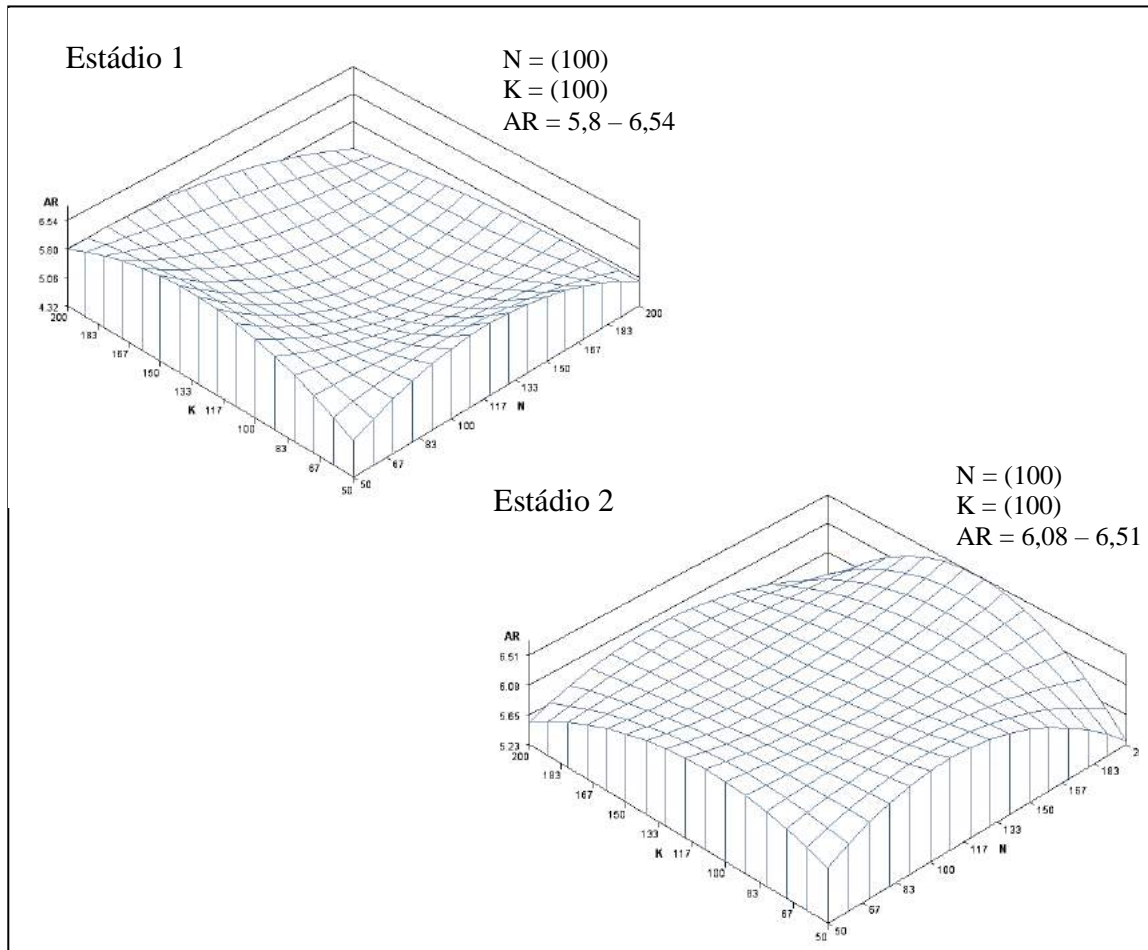


Figura 5. Estimativa para o atributo açúcares redutores em frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio nos estádios 1 e 2 de maturação.

Onde, os açúcares redutores dos foram expressos pelas equações:

$$AR_1 = -5.419653589 + 0.218543245 * K - 0.000822901 * K * K + 0.213414160 * N - 0.000809889 * N^2 - 0.004157206 * K * N + 0.000015764 * K^2 * N + 0.000015405 * N^2 * K - 0.000000059 * K^2 * N \quad (R^2 = 56\%)$$

$$AR_2 = 0.9282712944 + 0.0952729303 * K - 0.0003823847 * K^2 + 0.1084825956 * N - 0.0004890559 * N^2 - 0.0018796792 * K * N + 0.0000072372 * K^2 * N + 0.0000084017 * N^2 * K - 0.0000000322 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 56\%)$$

A Figura 5 apresenta os resultados de açúcares redutores de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. Os valores dos açúcares redutores variaram de 5,8 a 6,51 do estágio de maturação 1 para o estágio de maturação 2. Quanto

a adubação, a melhor dose referente à obtenção dos conteúdos mais elevados de açúcares redutores foi 100 g por planta para o nitrogênio e 100 g por planta para o potássio. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2007) que relata valores entre 5,1 a 5,8 g glicose. 100g⁻¹ para 100 g de N.

Dantas et al. (2007) observaram maiores produtividades da goiabeira em resposta ao aumento das doses de N e K na fertirrigação, mas, no geral, não foi observada influência no conteúdo de açúcares e proteínas nas folhas. Por outro lado, Lima et al. (2008) avaliando a influência de adubações nitrogenada e potássica na maturação de goiaba “Paluma” verificaram que as principais mudanças que ocorreram entre os estádios 4 e 5, quando o fruto apresentaria condições ideais para consumo, foram relativas ao acúmulo de sólidos solúveis e de açúcares solúveis, como também observado neste trabalho, sob as condições do estado da Paraíba.

De acordo com Rodrigues (2009), a goiaba apresenta 2,5% de açúcares totais, dos quais 2,2% são redutores, muito inferiores aos valores obtidos neste trabalho e 2,2-2,6% de pectinas, com grau de esterificação de 93,6%. Os principais açúcares redutores são a glicose e a frutose, sendo este conhecimento importante para a compreensão da contribuição deles no sabor do fruto, nos quais geralmente a quantidade glicose é maior que a frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Gerhardt et al. (1997), avaliando diferentes cultivares e clones de goiabeiras cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul, encontrou teores de AR variando de 4,02 a 7,91%. Essa variação também pode ocorrer por fatores externos como os índices pluviométricos (SOUZA et al., 2010).

O papel relevante do K na qualidade está relacionado com seu efeito promotor na síntese de fotossintatos e no transporte para órgãos de reserva, acúmulo ou armazenamento (frutos, por ex.) e no aumento da conversão destes compostos em amido, proteínas, ácido ascórbico e ácidos graxos (MENGEL; KIRKBY, 1987). O suprimento inadequado de K afeta negativamente muitos processos metabólicos, a exemplo da taxa de fotossíntese, de translocação e o sistema enzimático (MARSCHNER, 1995; MENGEL, 1997). Ao mesmo tempo, a taxa de respiração no escuro é aumentada, resultando em comprometimento da produção e da qualidade. O K pode também ter efeito indireto na qualidade por meio da interação positiva com outros nutrientes, especialmente N e outras práticas culturais (MENGEL; KIRKBY, 1987).

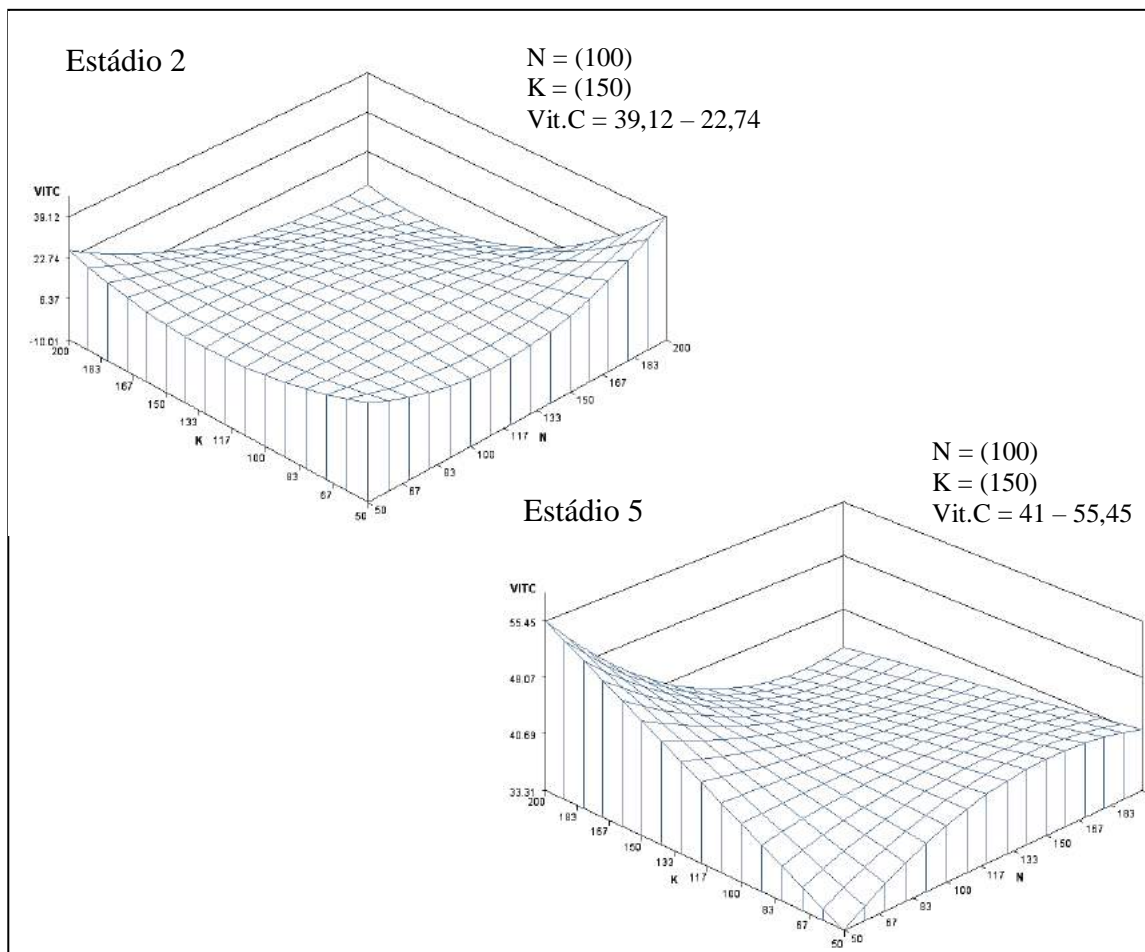


Figura 6. Estimativa para o atributos ácido ascórbico de frutos da goiabeira ‘Paluma’ submetida a diferentes doses de nitrogênio e de potássio os estádios 2 e 5 de maturação.

Onde, o atributo ácido ascórbico redutores dos foi expressos pelas equações:

$$\begin{aligned} \text{VITC}_2 &= 140.2038953 - 2.1246316 * K + 0.0084998 * K^2 - 2.3598769 * N + 0.0104895 * N^2 + \\ &+ 0.0415244 * K * N - 0.0001659 * K^2 * N - 0.0001830 * N^2 * K + 0.0000007 * N^2 * K^2 \quad (R^2 = 86\%) \\ \text{VITC}_5 &= 3.811506250 + 0.355669638 * K + 0.524399525 * N - 0.001637823 * N^2 - 0.004892766 * N * K + \\ &+ 0.000014608 * N^2 * K \quad (R^2 = 73\%) \end{aligned}$$

A Figura 6 apresenta resultados de ácido ascórbico de frutos da goiabeira ‘Paluma’ sob adubação nitrogenada e potássica. O potássio afetou de forma significativa os teores de ácido ascórbico nos frutos da goiabeira “Paluma”. Os valores ácido ascórbico na goiaba ‘Paluma’ variou de 22,74 a 55,45 mg.100g⁻¹ em frutos do estádio de maturação 2 para o 5, respectivamente. As melhores doses dos nutrientes, foi de 100 g para o nitrogênio por planta e 150 g por planta para o potássio.

Este aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas, durante o amadurecimento, está associado ao aumento da síntese de intermediários metabólicos, sobretudo as hexoses fosfato. Esses são precursores do ácido ascórbico, com a degradação de polissacarídeos da parede celular que, possivelmente, resultam em aumento da galactose, que é um dos precursores da biossíntese do ácido ascórbico Wheeler et al. (1998); Mercado-Silva et al. (1998). O teor de ácido ascórbico em goiabas pode variar de 80 a 372 mg.100g⁻¹ Seymour et al (1993). Tal variação nesse conteúdo pode ser influenciado pela condição de cultivo, clima e variedade e estágio de maturação (CHITARRA, 1996). Com o amadurecimento, no entanto, ocorre a oxidação dos ácidos com consequente redução do teor de ácido ascórbico, indicando a senescência (TUCHER, 1993).

De acordo com as características físico-químicas analisadas no presente estudo foi possível observar que a maximização para pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores, relação sólidos solúveis e o conteúdo de ácido ascórbico, responsáveis pela qualidade da goiaba ‘Paluma’ foram obtidas com as doses de 100 g planta⁻¹ de nitrogênio e 183 g planta⁻¹ de potássio (Tabela 1). Estes resultados, em conjunto indicam que as condições edofoclimáticas e o manejo favorecem a cultura da goiabeira no Litoral Paraibano, de modo que são obtidos frutos com máxima qualidade para os mercados mais exigentes.

Tabela 1. Características físico-químicas médias da qualidade dos frutos da goiabeira ‘Paluma’ mediante as doses de nitrogênio e potássio

Estádio de Maturação	pH	Sólidos solúveis (SS - %)	Açúcares redutores (g glicose /100g)	Amido (g/100g)	Acidez titulável (AT) (g ácido cítrico /100g)	SS/AT	Ácido Ascórbico (mg/100g)
1	3,37a	9,26a	4,904c	0,311a	0,744a	12,49c	29,57ab
2	3,56a	9,45a	6,62ab	0,113a	0,656a	14,45bc	21,50b
3	3,57a	9,57a	6,66ab	0,000a	0,522b	18,47ab	20,59b
4	3,63a	8,96a	5,91bc	0,000a	0,5216b	17,18ab	33,41ab
5	3,59a	9,51a	7,06a	0,000a	0,480b	20,14a	41,65a

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, recomenda-se aplicar 100 g planta⁻¹ de nitrogênio e 150 g planta⁻¹ de potássio para maximizar as características físico-químicas da qualidade da goiaba “Paluma” nos estádios de maturação mais apropriados ao consumo fresco.

As principais mudanças na qualidade observadas na goiaba ‘Paluma’ ocorreram entre os estádios 4 e 5, quando o fruto apresentou condições mais adequadas para o consumo fresco, que foram relativas ao acúmulo de sólidos solúveis, maior relação SS/AT e maior conteúdo de ácido ascórbico.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, p. 128, 2009.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry.** Washington, p.15, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 6 mar. 2013.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’.** Dissertação Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio.** ed. 2, Lavras: UFLA, p. 785, 2005.

CRISOSTO, C.H., JOHNSON, R.S., LUZA, J.C., CRISOSTO, G.M. Irrigation regimes affect fruit soluble solid content and the rate of water loss of O’Herry peaches. **Hort Science**, Alexandria, USA, v. 29, p.1169-1171, 1994.

DANTAS, B. F.; PEREIRA, M.S.; RIBEIRO, L.S.; MAIA, J.L.T.; SILVA, D.J.; DUENHAS, L.H.; LIMA, M.A.C.; BASSOI, L.H. Metabolic responses of guava trees irrigated with different N and K levels in São Francisco Valley. **Revista Brasileira de fruticultura**, v.29, p.323-328, 2007.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, 1999. 412p.

ESTEVE, M.T.da C.; CARVALHO, V.D. de. Modificações nos teores de amido, açúcares e grau de doçura de seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Prática**, Lavras, v.6, p.208-218, 1982.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 1-35, 2004.

GERHARDT, L.B.A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 185-192, 1997.

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 475, p. 29-15, 2001.

HERNANDES, A.; PARENT, S.-É.; NATALE, W.; PARENT, L. É. Balancing guava nutrition with liming and fertilization. **Revista Brasileira de fruticultura**, v.34, p. 1224-1234, 2012.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; SOUZA, H. A.; PAGLIS, C. M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização fenológica da goiabeira ‘Pedro Sato’ sob diferentes épocas de poda. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 29, p. 20-24, 2007.

HUBBARD, N.L.; PHARR, D.M.; HUBER, S.C. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiologia Plantarum**, v.82, p. 191-196, 1991.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas **analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, v.1, p. 371, 2005.

JACOMINO, A.P. Conservação de goiabas „Kumagai“ em diferentes temperaturas e materiais de embalagem. Piracicaba, 1999. 90 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KUSANO, D. M.; BENETT, K. S. S.; RUI, F. R.; FERREIRA, K. R.; SILVEIRA, M. V.; LUQUI, L. L.; RODRIGUES, E. T.; Avaliação sensorial e preferência de cultivares de goiabeiras vermelhas na região de Aquidauana-MS. **Revista Agrarian**, v.6, p.1-6, 2013.

LIMA, M.A.C.; ASSIS, J.S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.273-276, 2001.

LIMA, M. A. C. de; ASSIS, J. S. de; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.273-276, 2002.

MANICA I, KISK H, MICHELETTO EL & KRAUSE CA. Competição entre quarto cultivares e duas seleções de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, 1305-1313, 1998.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Academic Press, p.889, 1995.

MARTIN-PREVEL, P.J. **Physiological processes related to handling and storage quality of crops**. In: Methods of K Research in Plants. Proceedings of the 21 st Colloquium of the International Potash Institute held at Luvain-la- Neuve, Belgium, 19-21 June 1989. IPI, Bern, Switzerland. p. 219-248, 1989.

MATTOS Jr., D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Nitrogen and potassium fertilization impacts fruit yield and quality of citrus. *Better Crops*, v. 89, p. 17-19, 2005.

MELTZER, W. Fantastic Fruits. **Nutrition Action Health Letter**, 1998. Disponível em <http://www.cspinet.org/nah/fantfruit.htm>. Acessado em 30/10/2011. *

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Melão pós-colheita: Brasília: **EMBRAPA – SPI / FRUTAS DO BRASIL**. p. 23-41. (Frutas do Brasil, 10), 1998.

MENGEL, K. **Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects**. In: Food Security in the WANA region, the essential need for balanced fertilization (Ed: A.E. Johnston). Proceedings of the Regional Workshop of the International Potash Institute held at Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997. IPI, Bern, Switzerland. p. 157-174, 1997.

MENGEL, K.; E.A. KIRKBY. **Principles of Plant Nutrition**. 4th Edition. International Potash Institute, IPI, Bern, Switzerland. p. 685, 1987.

MOSER, U.; BENDICH, A. Vitamin. In: MACHILIN, L.J. **Handbook of vitamins**. 2nd.Ed. New York: Marcel Dekker, p. 195-232, 1991.

NASCIMENTO, T. E.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) produzido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, p. 33 - 38, 2003.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; MÔRO, F. V. Alterações anatômicas induzidas pelo cálcio na parede celular de frutos de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 1.239- 1.242, 2005.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 1.475-1.485, 2007.

NULTSCH, W. **Botânica geral**. Trad. de P.L. de Oliveira. 10 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, p.489, 2000.

PRADO, R. M.; NATALE, W. Effect of liming on the mineral nutrition and yield of growing guava trees in a typic Hapludox soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 39, p. 2191-2204, 2008.

RAMOS, D.P.; LEONEL, S.; SILVA, A.C.; SOUZA, M.E.; SOUZA, A.P.; FRAGOSO, A.M. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma'. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 909-918, 2011.

SILVA, G.C. da; SOUZA, A. P. de; MENDONÇA, R. M. N; ARAÚJO. R.da C. **Produção de frutos da goiabeira submetida à adubação nitrogenada e Fosfática em areia de cultivo comercial na Paraíba**. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006. Cabo Frio-RJ. Anais. Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRuralRJ. 2006. 529p.

SILVA, G.C. da, SILVA, S.M., SOUZA, A.P. de, MENDONÇA, R.M.N, ARAÚJO, R.C., SANTOS, D., SILVA, A.P. da. **Qualidade de Frutos da Goiabeira “Paluma” em Resposta à Adubação Nitrogenada e Fosfatada**. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007. Gramado -RS. Anais.Gramado-RS: SBSCS/UFRS.2007.CD-ROM.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 247-255, 2003.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G.; CHAGAS, S.J.R.; COSTA, L. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, 335-345, 1999.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L. & MALBURG, J.L. **Solos, adubação e nutrição da bananeira**. Informe Agropecuário, p.21-36, 1999.

SILVA, F. O. Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gas chromatography. **Food Control**, v. 16, p. 55-58, 2005.

SOARES, A.G.; TRUGO, L.C.; BOTREL, N.; SOUZA, L.F. da S. Reduction of Internal browning of pineapple fruit (*Ananas comosus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 201-207, 2004.

SOBRAL, L.F.; SOUZA, L.F.S.; MAGALHÃES, A.F.J.; SILVA, J.L.B.; LEAL, M.L.S. **Resposta da laranja-pera à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, p. 307-312, 2000.

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, p.155-159, 2004.

STROHECKER, R. L.; HENING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprovados**. Madrid: Paz Montalvo, p. 428, 1967.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, p. 849-855, 2002.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669–675, 2006.

XISTO, A.L.R.P. **Conservação pós-colheita de goiaba “Pedro Sato com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente”**. 2002. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela complexidade de definir os atributos de qualidade que o mercado exige, dos resultados apresentados, extraem-se as seguintes considerações:

- O conhecimento das exigências nutricionais da cultura de goiabeira e a identificação dos efeitos promovidos pelos nutrientes a serem otimizados serão premissas básicas para se alcançar a qualidade da produção. Isso significa que embora seja necessário assegurar o equilíbrio nutricional da planta para se atingir a produtividade desejada, a maximização dos atributos de qualidade depende de um manejo adequado dos nutrientes responsáveis pelo atributo de interesse.
- Deve-se previamente definir para quem vai ser destinada a produção final a ser colhida: consumo ao natural ou indústria? Para poder definir variáveis como: doses, modo, forma e épocas da aplicação dos fertilizantes.
- As pesquisas para avaliar os efeitos e as relações entre a nutrição mineral e os atributos de qualidade deve esta sempre associadas as áreas como fisiologia vegetal, pós-colheita, bem como economia rural.
- Deve-se dispor para a recomendação de fertilizantes específicos para cada cultivar, condições climáticas, solo, tratos culturais e estádios de maturação.