

CRESCIMENTO, NUTRIENTES E TEOR DE VITEXINA EM  
PASSIFLORACEAS EM FUNÇÃO DE FONTES DE ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**CRISTIANE MIRANDA MARTINS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO- 2009

CRESCIMENTO, NUTRIENTES E TEOR DE VITEXINA EM  
PASSIFLORACEAS EM FUNÇÃO DE FONTES DE ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**CRISTIANE MIRANDA MARTINS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO - 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 081/2009

Martins, Cristiane Miranda

Crescimento, nutrientes e teor de vitexina em passifloraceas em função de fontes de adubação nitrogenada / Cristiane Miranda Martins. – 2009.

87 f. : il.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2009.

Bibliografia: f. 65 – 73.

1. Passifloraceas 2. Adubação 3. Nitrogênio 4. Vitexina I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.4258941

CRESCIMENTO, NUTRIENTES E TEOR DE VITEXINA EM  
PASSIFLORACEAS EM FUNÇÃO DE FONTES DE ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**CRISTIANE MIRANDA MARTINS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 20 de março de 2009.

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup> Marta Simone Mendonça Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. Pedro Henrique Monnerat (Ph.D., Nutrição Mineral de Plantas) – UENF

---

Prof. Marco Antônio da Silva Vasconcellos (D.Sc., Fruticultura) – UFRuralRJ

---

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Fruticultura) – UENF  
Orientador

“Porque a terra que embebe a chuva, que muitas vezes  
cai sobre ela, e produz erva proveitosa para aqueles  
por quem é lavrada, recebe a benção de Deus.”

(Hebreus 6:7)

Aos meus amados pais, Custódio e Elycis, pela dedicação, educação, oportunidades, incentivo, apoio e amor com que fui criada. À minha irmã Claudia por seu amor, constante incentivo, apoio e compreensão durante esta jornada.

**DEDICO E OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sua presença constante em minha vida nos momentos felizes e tristes;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias pela oportunidade de realização do curso e deste trabalho;

A FAPERJ, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, pela bolsa oferecida durante todo o curso;

Ao professor Almy Junior Cordeiro de Carvalho, orientador e amigo que teve e mantém uma saudável e singular postura profissional, regada de companheirismo nos momentos decisivos desta empreitada;

À professora Marta Simone Mendonça de Freitas, pelo auxílio e sugestões, carinho e amizade, e pela preciosa dedicação nas análises dos metabólitos secundários;

Ao professor Marco Antônio da Silva Vasconcellos, meu querido orientador de mestrado e amigo, pelas sugestões na tese e incentivo;

Ao professor Pedro Henrique Monnerat por seu incentivo durante o curso, pelas brilhantes sugestões e por me acolher tão calorosamente em seu laboratório durante o período de análises nutricionais;

Ao professor Alexandre Pio Viana por ceder o material propagativo e pelas sugestões feitas ao longo do trabalho;

Ao Técnico do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas José Accácio e ao Técnico do Laboratório de Fitotecnia Detony Petri pela ajuda em todas as análises químicas;

Ao meu querido Anderson, pelo carinho, paciência, incentivo e atenção, enfim, pelo companheiro que é, meu profundo amor;

Aos amigos Gisele, Renata, Silvio, Tátilla, Denilson e Sávio que tornaram o ambiente de trabalho amistoso e cooperativo, obrigada pela amizade e compreensão;

Aos bolsistas, Luciano e Paulo César que tanto colaboraram nos trabalhos de campo e de laboratório;

Aos meus grandes amigos e irmãos pela vida Allan, Carla, Claudinei, Eusinia e Cleiton que compartilharam comigo das angústias e vitórias sofridas durante todo este período, mesmo de longe, apoiando, incentivando e fornecendo palavras de carinho, o meu muito obrigada;

Às amigas da república e seus namorados Rute e Rodolfo, Ana Paula e Rafael, pelo companheirismo, carinho e compreensão com que fui recebida e tratada durante todo este período;

Aos meus tios, tias e primos e em especial à minha Tia Sônia, sempre presente em minha vida;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. Botânica e fisiologia do maracujazeiro .....	4
2.2. Ecofisiologia do maracujazeiro .....	6
2.3. Exigências nutricionais e adubação do maracujazeiro .....	9
2.4. Nitrogênio e fontes nitrogenadas .....	12
2.5. Metabólitos secundários .....	16
2.6. Análise de crescimento de plantas .....	19
3. TRABALHOS .....	22
3.1. ARTIGO Nº 1 .....	22
Crescimento, vitexina e nutrientes minerais em maracujazeiro doce sob fontes de adubação nitrogenada .....	22
RESUMO .....	22
ABSTRACT .....	23
INTRODUÇÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
CONCLUSÃO .....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39



3.2. ARTIGO Nº 2.....	42
Crescimento, desenvolvimento, medida indireta da clorofila, teores de vitexina e nutrientes no maracujazeiro amarelo submetidos à adubação com fontes nitrogenadas .....	42
RESUMO .....	42
ABSTRACT .....	43
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS .....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
CONCLUSÃO .....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
APÊNDICE.....	74

## RESUMO

MARTINS, Cristiane Miranda; Eng<sup>a</sup> Agrônoma, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2009. Crescimento, nutrientes e teor de vitexina em Passifloraceas em função de fontes de adubação nitrogenada. Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho. Co-orientação: Prof<sup>a</sup> Marta Simone Mendonça Freitas

Foram instalados dois experimentos em ambiente protegido no município de Campos dos Goytacazes - RJ. O primeiro experimento teve como objetivo avaliar o crescimento, os teores de vitexina e de nutrientes minerais do maracujazeiro doce submetidos a diferentes fontes nitrogenadas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro fontes de nitrogênio (esterco bovino; esterco+sulfato de amônio; esterco+uréia; esterco+nitrato de amônio) e quatro repetições. Os resultados indicaram que plantas que utilizaram como fonte nitrogenada apenas o esterco bovino apresentaram as menores taxas de crescimento, menores teores foliares de nitrogênio e de vitexina. Plantas que utilizaram esterco acrescido de outra fonte nitrogenada apresentaram maior desenvolvimento e maiores teores foliares de nitrogênio, contudo com menores teores foliares de vitexina. Os teores de nutrientes nas folhas variaram de acordo com a idade da planta e fontes nitrogenadas empregadas, ou com a interação destes fatores, apresentando teores mais elevados de fósforo e potássio aos 147 dias após semeadura e teores foliares mais elevados de zinco e manganês aos 188 dias após semeadura. O segundo experimento objetivou avaliar o efeito de fontes de fertilizantes nitrogenados no crescimento, nos teores de vitexina, de

clorofila e de nutrientes minerais no maracujazeiro amarelo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro fontes de nitrogênio (esterco bovino; esterco+sulfato de amônio; esterco+uréia; esterco+nitrato de amônio) e quatro repetições. A adubação suplementar com fertilizantes minerais resultou em maiores concentrações de nitrogênio foliar, índice SPAD, aumento no crescimento e desenvolvimento de plantas de maracujazeiro amarelo, reduzindo, no entanto, os teores foliares de vitexina. Contudo, plantas submetidas apenas à adubação com esterco bovino apresentaram menor crescimento, desenvolvimento, teores de nitrogênio foliar, índice SPAD e maiores teores foliares de vitexina. Os teores foliares dos nutrientes encontravam-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura, com exceção do enxofre, que apresentou maiores teores em plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio, e de Cu e Zn que estavam abaixo da faixa considerada adequada.

## ABSTRACT

MARTINS, Cristiane Miranda; Eng<sup>a</sup> Agrônoma, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March 2009. Growth, nutritious and vitexine content in Passifloraceas in function of sources of nitrogen fertilizer. Adviser: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho. Co-adviser: Prof<sup>a</sup> Marta Simone Mendonça Freitas

Two experiments were installed in atmosphere protected in the municipal district of Campos dos Goytacazes - RJ. The first experiment had as objective evaluates the growth, the contents of vitexine and of mineral nutrients of the sweet passion fruit plant submitted to different nitrogen sources. It was used complete block design with four sources of nitrogen (I manure bovine; manure+ ammonium sulfate; manure + urea; manure + ammonium nitrate) and four repetitions. The results indicated that plant that used as nitrogen source the bovine manure presented the smallest growth rates, smaller foliate contents of nitrogen and of vitexine. Plants that used added manure of another nitrogen source presented larger development and larger foliate contents of nitrogen, however with smaller foliate contents of vitexine. The contents of nutrients in the leaves varied in agreement with the age of the plant and nitrogen sources used, or with the interaction of these factors, presenting higher contents of phosphorus and potassium 147 days after sowing and higher foliate contents of zinc and manganese 188 days after sowing. The second experiment aimed at to evaluate the effect of sources of nitrogen fertilizers in the growth, in the vitexine contents, of chlorophyll and of mineral nutrients in the yellow passion fruit plant. It was used complete block design with four sources of

nitrogen (I manure bovine; manure+ ammonium sulfate; manure + urea; manure + ammonium nitrate) and four repetitions. The supplemental manuring with mineral fertilizers resulted in larger concentrations of nitrogen foliate, index SPAD, increase in the growth and development of plants of yellow passion fruit plant, reducing, however, the foliate contents of vitexine. However, plants just submitted to the fertilizer with bovine manure presented smaller growth, development, foliate nitrogen contents, index SPAD and larger foliate contents of vitexine. The foliate contents of the nutrients were inside of the strip considered appropriate for the culture, except for the sulfur, that presented larger contents in plants fertilized with added manure of sulfate of ammonium, and for Cu and Zn that were below the strip considered appropriate.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, diversas pesquisas têm sido realizadas por todo o mundo visando identificar plantas utilizadas para fins alimentícios, medicinais e de cosméticos. As Passifloraceas possuem importância em todas essas áreas, o que confere, a esta família, um amplo campo de atuação.

Contudo, um dos grandes nichos de mercado em que esta família pode atuar encontra-se vinculado à farmacologia e à produção de cosméticos. Vários estudos vêm sendo realizados visando esclarecer a composição química de diversas espécies de Passiflora, sendo evidenciados a presença de alcalóides e flavonóides, assim como saponinas, glicosídeos cianogênicos, esteróides, lignanas, ácidos graxos, maltol, aminoácidos e taninos (Reginato et al., 2001). Porém, a produção destes compostos para transformação em medicamentos esbarra na dificuldade de obtenção de matéria-prima na qualidade e quantidade necessárias.

No Brasil, recentemente, o Governo Federal lançou uma listagem de plantas medicinais e aromáticas intitulada “Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS” (Renuis). A referida lista foi proposta principalmente para indicar as principais espécies cuja demanda científica tem elevado valor para o Ministério da Saúde, ou seja, são necessárias pesquisas que priorizem o avanço científico e tecnológico das 71 espécies vegetais listadas, entre elas as Passifloraceas *P. alata*, *P. edulis* e *P. incarnata*.

A maior parte das pesquisas relacionadas a metabólitos secundários em Passifloraceas encontra-se vinculada apenas ao processo de extração (Müller, 2006), composição química e ações dos extratos obtidos (Dhawan et al., 2004; Rudnicki, 2005; Montanher, 2006). Os aspectos relacionados à influência dos fatores ambientais e nutricionais destas espécies na produção de metabólitos secundários têm sido pouco explorados, devendo ser ressaltado o trabalho pioneiro de Freitas et al.(2007) e Freitas et al. (2008), que relacionaram os aspectos nutricionais da cultura à produção de alguns flavonóides.

Estudos realizados em outras espécies de plantas medicinais visando correlacionar a influência dos nutrientes sobre a produção de metabólitos secundários mostram uma correlação positiva com a proporção carbono/nutrientes, ou seja, em solos pobres em nutrientes, paralelamente à menor taxa de crescimento, geralmente se verifica maior produção de metabólitos secundários, particularmente derivados fenólicos (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). Assim, sabendo-se dos inúmeros fatores que podem levar a variação no teor de metabólitos secundários, fica claro a necessidade de estudos visando detectar as condições e épocas para cultivo e/ou coleta que conduzam a uma matéria-prima vegetal com concentrações desejáveis de princípios ativos no maracujazeiro.

O nitrogênio é um dos elementos mais absorvidos pelo maracujazeiro, sendo fundamental para o crescimento vegetativo e produção, estimulando o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas. Sua deficiência pode ser observada através do aspecto visual da cultura, sendo os principais sintomas ramos em menor número, mais finos e com menor vigor das gavinhas, folhas com cor verde mais clara e com menor área, amarelecendo quando mais velhas e caindo prematuramente (Freitas et al, 2008). As fontes de adubos nitrogenados utilizados diferem principalmente em razão da presença de outro nutriente ou pelo efeito que exercem sobre o pH do solo, sendo a uréia o fertilizante mais empregado devido a facilidade de acesso, menor custo, elevada solubilidade e compatibilidade para a mistura com outros fertilizantes e defensivos, apresentando a desvantagem de elevadas perdas por volatilização (Cantarella, 2007).

As regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro possuem vários fatores que atuam positivamente no estabelecimento da cultura do maracujazeiro, dentre eles: boas condições topográficas, clima, facilidade de obtenção de água e

proximidade de grandes centros consumidores do país. Contudo, a partir de 2004 observou-se redução no seu cultivo relacionado principalmente à paralisação dos subsídios do Governo do Estado para a fruticultura na região e ao fechamento das indústrias processadoras de frutas. Portanto, a incorporação de mais um nicho de mercado que possa ser atendido pelos agricultores desta região, gerando uma renda extra, é de grande importância para a manutenção dos cultivos e incentivo a esta atividade.

Neste sentido, este trabalho teve por objetivos avaliar o efeito do uso de diferentes fontes nitrogenadas no crescimento, desenvolvimento, nos teores de clorofila, na nutrição e na produção de vitexina em plantas de maracujá doce e de maracujá amarelo.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Botânica e fisiologia do maracujazeiro

O maracujazeiro pertence à Ordem Passiflorales, Tribo Passiflorae e Família Passifloraceae, com 18 gêneros e cerca de 630 espécies (Cunha et al., 2004), distribuídas amplamente, sobretudo nos países tropicais e subtropicais (Kluge, 1998). Cerca de 150 a 200 espécies são nativas do Brasil (Sousa e Meletti, 1997), mas somente algumas possuem importância econômica em função da qualidade dos frutos para consumo ou ainda por apresentarem propriedades medicinais (Crochemore et al., 2003).

Embora haja uma ampla variabilidade genética, representada pela biodiversidade nativa, no Brasil os cultivos comerciais baseiam-se no maracujazeiro amarelo, ocupando cerca de 95% dos pomares comerciais (Meletti e Brückner, 2001; Meletti e Maia, 1999), com os demais 5% divididos entre as outras espécies como *Passiflora edulis* Sims (maracujá azedo), *Passiflora alata* Curtis (maracujá doce), *Passiflora quadrangularis* L., *Passiflora caerulea* L. e *Passiflora laurifolia* L. (Sousa e Meletti, 1997).

Vale ressaltar que, recentemente, alguns autores utilizaram *Passiflora edulis* Sims para descrever toda e qualquer planta e cor de fruto do maracujazeiro azedo, associando a elas o nome do cultivar (Bernacci et al., 2008). A planta do maracujazeiro amarelo assemelha-se muito ao maracujazeiro-roxo apresentando

como características discriminantes o comprimento da gavinha e de internódio de haste, cor da casca e da polpa do fruto (Crochemore et al., 2003).

O maracujazeiro amarelo é a espécie mais conhecida e amplamente comercializada de norte a sul do país, sendo caracterizado como uma planta trepadeira de aspecto lenhoso, rústica e de alto vigor (Lima et al., 2008). A planta apresenta caule cilíndrico, sendo este lenhoso na base e bastante lignificado, reduzindo o teor de lignina conforme se aproxima do ápice. Do caule surgem gavinhas, folhas, gemas vegetativas e reprodutivas e brácteas (Cunha e Barbosa, 2002). As flores são hermafroditas, axilares e solitárias, de coloração branca com franja roxa, vistosas e perfumadas, com abundância de néctar, abrindo-se ao meio dia e fechando-se à noite (Cunha et al., 2002; Meletti e Maia, 1999). O fruto é uma baga globosa com tamanho de 5,0 a 7,5 cm em seu maior diâmetro, sendo amarelo quando maduro. A polpa geralmente é amarelo-alaranjada, possuindo de duzentas a trezentas sementes (Cunha et al., 2002; Kluge, 1998). O sistema radicular é pivotante, possuindo a raiz central maior diâmetro que as laterais (Kluge, 1998). A maior concentração de raízes localiza-se em uma faixa de 0-40 cm de profundidade do solo, distribuídas uniformemente em toda camada superficial (Sousa et al., 2002; Silva e São José, 1994).

O maracujazeiro doce, também conhecido como maracujá-de-refresco, maracujá-do-grande, maracujá-guassu ou maracujá-de-comer, é uma planta trepadeira, glabra, vigorosa, possuindo caule quadrangular de arestas aladas, gavinhas axilares robustas, estípulas linear-lanceoladas, pecíolos com 2 a 4 glândulas e folhas ovadas inteiras de 8 a 15 cm de comprimento. Possuem flores grandes, pesadas, pendentes, 10-12 cm de diâmetro, com uma coloração vermelha romã e filamentos de corona branco, púrpura e violeta. Os frutos são ovais, obovais ou piriformes, com comprimento variando de 8-11 cm e largura entre 4-6 cm. Possui uma polpa adocicada e doce acidulada (Fumis e Sampaio, 2007; Nunes e Queiroz, 2006; Cunha et al., 2004; Nunes e Queiroz, 2001; Vasconcellos e Cereda, 1994). A maior concentração de raízes encontra-se em uma faixa de 0-20 cm de distância do tronco (Tecchio et al., 2005). Apesar da menor representatividade, os frutos do maracujazeiro doce atingem preços unitários mais expressivos no segmento das frutas frescas (Bernacci et al., 2003).

Embora seja considerada recente a exploração comercial do maracujazeiro, a cultura vem se tornando uma frutífera de expressiva importância

econômica pelo aproveitamento total do fruto, onde a polpa se presta para o consumo *in natura* e industrial, as cascas servem de ração ou como adubo orgânico e das sementes pode-se proceder à extração de óleo (Costa et al., 2008). Além disso, as folhas do maracujazeiro são amplamente empregadas por seus efeitos no sistema nervoso central, possuindo no Brasil 147 produtos registrados no Ministério da Saúde contendo *P. alata*, *P. edulis* e *P. incarnata* como componente único ou em associação (Rudnicki, 2005).

Atualmente, o Brasil possui uma área plantada em torno de 47 mil ha, figurando como um dos maiores produtores mundiais de maracujá com uma produção, em 2007, de 664.286 mil toneladas. No entanto, a produtividade no país situa-se entre 6 e 26 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2007) considerada baixa, visto o potencial produtivo da cultura alcançar 40 a 50 t ha<sup>-1</sup>, com a utilização de irrigação e adubação adequados (Malavolta, 1994). Nas regiões norte e noroeste Fluminense, a produtividade média gira em torno de 8 a 12 t ha<sup>-1</sup>, sendo praticada principalmente por pequenos e médios produtores (Rosa et al., 2006).

De acordo com Ponciano et al. (2006), em algumas regiões brasileiras, a expansão do cultivo é afetada devido à ausência de mecanismos eficientes de gerenciamento dos custos de produção e o uso de processos produtivos inadequados, além da grande incidência de pragas e doenças, ineficiência dos recursos de produção e instabilidade de preços do produto no processo de comercialização.

## **2.2. Ecofisiologia do maracujazeiro**

O conhecimento da fisiologia das espécies vegetais é de essencial importância para a compreensão e direcionamento de várias práticas culturais empregadas durante seu cultivo (Vasconcellos e Duarte Filho, 2000). No entanto, estudos sobre ecofisiologia do maracujazeiro são escassos não permitindo compreensão mais definida dos fenômenos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas (Vasconcellos et al., 2005).

As diversas espécies de maracujazeiro apresentam diferenças nos mais variados aspectos de seu crescimento, desenvolvimento e fisiologia, estando essas diferenças intimamente relacionadas com sua genética e o ambiente que as cercam (Vasconcellos et al., 2005). Assim, Silva et al. (2004) estudando três

espécies de *Passiflora* na Baixada Fluminense, observaram maior vigor em plantas de *P. giberti* que apresentaram, na fase de viveiro, o surgimento de gavinhas aos 33 dias após a sementeira. Estes mesmos autores relatam que esta espécie apresentou o maior crescimento em altura do ramo primário, maior número médio de nós, maior comprimento de entrenós, crescimento contínuo do ramo secundário chegando mais rapidamente ao tamanho para despolte, floração aos cinco meses após a sementeira e frutificação um mês após a floração. As demais espécies estudadas por estes pesquisadores apresentaram comportamento intermediário (*P. edulis* f. *flavicarpa*) e lento (*P. cincinnata*) quanto às características acima citadas.

O crescimento inicial lento do ramo primário do maracujazeiro amarelo foi observado por Silva (2002) na região de Botucatu-SP. Este autor relata que a partir dos 31 dias após o transplante as plantas apresentaram uma taxa de crescimento de aproximadamente 4,12 cm por dia, equivalente a 28,84 cm por semana, chegando ao ponto de poda da haste principal com 73 dias após transplante. Em relação ao maracujazeiro doce, nas condições edafoclimáticas de Lavras, também foi verificado crescimento lento do ramo primário até os 28 dias após transplante, apresentando após esse período crescimento mais intenso, sendo a mesma tendência observada para os ramos secundários e terciários, com o maior crescimento vegetativo observado entre os 84 e 140 dias após transplante (Borges et al., 2008). Na Serra da Cantareira, *Passiflora ligulares* também apresentou lento crescimento do ramo primário até os 98 dias após sementeira alcançando o fio de sustentação aos 189 dias após sementeira, emitindo pouca quantidade de folhas nos primeiros oito meses de desenvolvimento (Souza, 2003).

O maracujazeiro amarelo é a espécie mais estudada em relação à ecofisiologia das Passifloraceas. A temperatura, a radiação solar, o fotoperíodo e a precipitação são as variáveis climáticas que mais afetam o desenvolvimento dessa espécie (Kluge, 1998). Embora a temperatura tenha sido citada como um dos principais fatores que influenciam a produção do maracujazeiro, pouca informação é disponível sobre o mecanismo fisiológico responsável. A ação das baixas temperaturas provavelmente limita a produção por reduzir o crescimento vegetativo. Pelo contrário, altas temperaturas podem limitar o florescimento, especialmente quando associado com baixa radiação solar estável (Souza, 2003).

Dados relatados por Vasconcellos e Cereda (1994) em *P.alata* mostram que quando ocorre uma diminuição na temperatura média e da radiação solar incidente, o tempo decorrido do aparecimento do botão floral à antese da flor aumenta. Estes autores sugeriram uma tendência de que, com a diminuição dos valores da radiação solar média, o período do aparecimento do botão floral à antese da flor aumentaria até o limite dos botões florais não mais atingirem a antese, ou mesmo de não serem mais formados.

Quanto ao fotoperíodo, cada espécie apresenta uma exigência distinta para o estímulo à diferenciação floral (Vasconcellos et al., 2005). O maracujazeiro amarelo exige pelo menos 11h20min de luz diária para produzir flores em quantidades maiores, sendo que estas não são fecundadas em temperaturas inferiores a 15°C (Junqueira et al., 2001). Já o maracujazeiro doce aparenta possuir exigência fotoperiódica diferente do maracujá amarelo, visto produzirem, mesmo no inverno, nos Estados de São Paulo ao Paraná, maior quantidade de flores que o maracujá amarelo (Vasconcellos e Duarte Filho, 2000). Emissão de botões florais em período de comprimento do dia abaixo de 11 horas de luz também foi observado em plantas de *P. giberti* por Silva et al. (2004). Silva (2002) relata que a pouca variação de temperatura e do fotoperíodo nas regiões mais próximas da linha do Equador, favorece o crescimento e a produção contínua do maracujá amarelo.

O horário para a abertura das flores entre as diferentes espécies também é distinto, sendo observado para a espécie *P. giberti* antese às 16 horas com fechamento às 10 h do outro dia, abertura de flores de *P. cincinnata* às 6 horas e fechamento às 20 horas e *P. edulis* f. *flavicarpa* com início às 11 horas e fechamento às 18 horas (Vasconcellos et al., 2005). Em Jaboticabal, *P. laurifolia* abre suas flores por volta das 7 h da manhã, demorando aproximadamente de 51 a 70 minutos para completar a curvatura dos estiletes, e fechando as flores por volta das 19h30min (Martins e Oliveira, 2001). Em Botucatu, Vasconcellos (1991) observou para o maracujazeiro doce antese por volta das 4 às 5 horas da manhã, com as flores mantendo-se abertas durante todo o dia e fechando por volta das 18h30min às 20 horas. Este mesmo autor relatou que o tempo para a total curvatura dos estiletes variou de 91 a 144 minutos.

Geralmente, da abertura da flor até a colheita do fruto maduro de maracujá doce ou maracujá azedo são necessários de 69 a 87 dias nos períodos mais

quentes e mais frios, respectivamente (Junqueira et al., 2001). No entanto, período de 71 a 96 dias foi relatado por Vasconcellos (1991) para o maracujazeiro doce e de 55 a 56 dias relatado por Silva (2002) para o maracujazeiro amarelo, ambos na região de Botucatu-SP. Martins e Oliveira (2001) obtiveram frutos de *P. aurifolia* após 45 a 59 dias após a antese em Jaboticabal. Dutra (2006) relata que o tempo médio entre o plantio das mudas e a colheita dos primeiros frutos de maracujazeiro doce em Campos dos Goytacazes foi de 235 dias, sendo obtidos frutos com peso médio de 263,1 g.

Vasconcellos et al. (1993) observaram, nas condições de Botucatu, que frutos de maracujazeiro doce apresentaram grande crescimento no início do seu desenvolvimento, atingindo um máximo aos 46 dias com posterior redução aos 120 dias. Estes mesmos autores relatam que o volume e a porcentagem de suco apresentaram um crescimento rápido entre os 60 e 67 dias, permanecendo constante até a colheita. Já o peso da polpa, a porcentagem de polpa e a quantidade de sólidos solúveis tiveram um aumento crescente até a colheita, com valores máximos de 67,3%, 26,2% e 18,4%, respectivamente.

Silva (2008) observou rápido aumento no comprimento e diâmetro dos frutos do maracujazeiro amarelo até os 154,5 GD, relativo a 12 dias, em Campos dos Goytacazes, ocorrendo uma diminuição significativa a partir deste período, até suas dimensões tenderem a uma estabilização. Este autor ressalta que o maior crescimento do fruto ocorreu até os 18 dias após a antese.

### **2.3. Exigências nutricionais e adubação do maracujazeiro**

Por ser uma planta de crescimento rápido, vigoroso e contínuo, o maracujazeiro exige, em todas as fases do processo produtivo, suprimento adequado de nutrientes para que o crescimento e a produção não sejam limitados. No Brasil, um dos trabalhos pioneiros sobre a nutrição mineral do maracujazeiro amarelo foi desenvolvido por Haag et al. (1973), que verificaram ser o nitrogênio e o potássio os nutrientes mais extraídos pela planta em condições de campo aos 370 dias após o transplante. Estes mesmos autores, considerando somente os frutos, verificaram que o potássio é o nutriente mais exportado, seguido pelo nitrogênio e em pequenas quantidades o fósforo, cálcio, magnésio e enxofre. A grande exportação de nutrientes pelos frutos do

maracujazeiro amarelo e doce também foi observada por outros autores (Dutra, 2006; Sanzonowicz e Andrade, 2005; Paula et al., 1974).

Existem poucos estudos sobre as exigências nutricionais do maracujazeiro doce, podendo-se citar o trabalho de Cereda et al. (1991), que verificaram ser o N, K, Ca, S, Mg, P, Fe, B, Mn, Zn e Cu os macro e micronutrientes mais absorvidos por esta cultura. Com relação aos teores de nutrientes presentes nos frutos, o maracujazeiro doce possui concentrações superiores quando comparado ao maracujazeiro amarelo, da ordem de 65,3% N, 300% P, 212% K, 299% Ca, 340% Mg e 328% S exportando, portanto, maiores quantidades destes nutrientes através da colheita (Vasconcellos et al., 2001).

Diversos pesquisadores relatam a importância do adequado suprimento de nutrientes a planta através da prática de adubação, já que a deficiência dos nutrientes minerais apresenta efeitos e sintomas variados nas plantas, e todos se refletem sobre a produtividade da cultura. Adubação, mesmo em níveis baixos, freqüentemente aumenta as produções agrícolas (Epstein e Bloom, 2006). No entanto, a boa prática de adubação exige conhecimentos sobre as características morfofisiológicas da planta, além daquelas relacionadas com a disponibilidade dos nutrientes no solo e com seu comportamento na planta (Almeida et al., 2007).

Assim, Araújo et al. (2005) constataram, em maracujazeiro amarelo, redução no tempo entre a fecundação da flor e a maturação do fruto e aumento do comprimento médio dos ramos com o aumento da concentração de potássio na solução nutritiva, sendo relacionada esta resposta aos diversos efeitos deste nutriente no metabolismo das plantas. Pires (2007) observou melhorias nas características químicas e físicas do solo quando foram empregados adubos orgânicos no cultivo do maracujazeiro amarelo, apresentando as plantas produtividade, qualidade de frutos e teores foliares de P, Ca, Cu, Fe, Mo e Zn semelhantes às plantas submetidas à adubação química tradicional.

A adubação dos solos para o maracujazeiro é um dos fatores que mais onera os custos de produção da lavoura, devido aos altos valores alcançados pelos insumos sintéticos e por ser, algumas vezes, de difícil acesso por parte dos produtores. Esses fatores levam o produtor a procura de insumos mais acessíveis e de baixo custo que venham substituir parcialmente ou totalmente os adubos sintéticos (Dantas et al., 2008).

Em relação ao uso de materiais orgânicos Brito et al. (2005) relatam a influência na arquitetura do sistema radicular e sua contribuição para o sucesso da cultura, devendo ser escolhido em função da disponibilidade e das suas propriedades físico-químicas. Trabalho realizado na região de Campos dos Goytacazes demonstraram que a adição de esterco bovino associada à adubação química nitrogenada promoveram aumento da porcentagem do suco e não influenciaram nos teores de sólidos solúveis totais e pH do suco (Dutra, 2006). Pires (2007) observou que plantas de maracujazeiro amarelo adubadas com farinha de ossos e carne e torta de filtro obtiveram a mesma produtividade e qualidade de frutos que plantas submetidas à adubação química tradicional. Damatto Junior et al. (2005) obtiveram maior número de frutos e maior produtividade do maracujazeiro doce quando foram aplicados 5 kg de esterco por planta, com os frutos apresentando bom rendimento de polpa, baixa acidez e moderados valores de sólidos solúveis totais e ratio.

A resposta das culturas a adubação pode ser mais dependente da interação entre os nutrientes que de um nutriente isolado, sendo muito conhecida a interação entre o nitrogênio e o potássio (Malavolta, 2006), uma vez que não só interferem na quantidade produzida, mas principalmente na qualidade do produto colhido (Araújo et al., 2005).

Borges et al. (2001), estudando a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio na produção do maracujazeiro amarelo no município de Cruz das Almas, verificaram que o nitrogênio promoveu aumento linear na produção total de frutos, o fósforo diminuiu o teor de sólidos solúveis totais, promovendo aumento no diâmetro e no comprimento do fruto, e o potássio não influenciou as variáveis estudadas (número de frutos por planta, peso, classificação, comprimento e diâmetro dos frutos, sólidos solúveis totais, acidez titulável, relação SST/AT, rendimento em suco, diâmetro da cavidade e espessura da casca).

Em trabalho subsequente, Borges et al. (2002), avaliando os efeitos de doses de NPK no maracujazeiro amarelo, constataram que a adubação nitrogenada diminuiu os teores de boro nas folhas, reduzindo também o pH do solo no segundo ano de cultivo, a adubação fosfatada e potássica aumentou os teores de fósforo na folha e no solo, sendo que a adubação potássica elevou os teores de K acima do nível ótimo.



## 2.4. Nitrogênio e fontes nitrogenadas

Dos diversos nutrientes minerais, o nitrogênio é o que tem sido pesquisado em maior profundidade e recebido maior atenção devido às pequenas quantidades existentes nos solos e da grande quantidade, comparativamente, retirada anualmente pelas culturas. Porém, devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas, a dependência das condições ambientais e ao seu efeito no rendimento das culturas, o nitrogênio é o elemento que apresenta maiores dificuldades de manejo na produção agrícola mesmo em propriedades tecnicamente orientadas (Epstein e Bloom, 2006; Malavolta, 2006).

Este elemento pode ser absorvido como cátion ( $\text{NH}_4^+$ ) ou ânion ( $\text{NO}_3^-$ ). O nitrogênio absorvido na forma nítrica é prontamente reduzido a amônio pelas plantas, uma vez que seu acúmulo provoca toxidez. Além disso, o nitrogênio nítrico é totalmente solúvel em água, não se fixa nas argilas e é facilmente arrastado pelas águas de infiltração. Já o nitrogênio na forma de amônio, absorvido nessa forma ou resultante da redução do nitrato, é assimilado pelas plantas e incorporado na forma de aminoácidos e proteínas, possuindo a vantagem de se fixar às partículas coloidais do solo, principalmente às partículas de argila que são carregadas negativamente. Por essa razão seu aproveitamento pelos vegetais é maior (Malavolta, 2006). Contudo, na maioria dos solos agrícolas, o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é a forma de N mais abundante (Purcino et al., 2000).

A matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio do solo para as culturas, atuando também como melhorador físico do ambiente radicular, aumentando a armazenagem de água, influenciando na aeração do sistema poroso e proporcionando equilíbrio dinâmico do sistema água-solo-atmosfera (Costa et al., 2008). Pela ação microbiana o nitrogênio dos compostos orgânicos é liberado na forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), que é oxidado no solo para a forma nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ). A liberação do nitrogênio ocorre lentamente, sendo sua taxa controlada por diversos fatores como temperatura, umidade e textura. Em geral, cerca de 20 a 30 kg de N  $\text{ha}^{-1}$  são liberados anualmente para cada 1% de matéria orgânica contida no solo.

Porém, devido à alta exigência de nitrogênio pelas culturas em geral, deve-se complementar o nitrogênio fornecido pela matéria orgânica através de adubações nitrogenadas (Yano et al., 2005). No entanto, de acordo com Dutra

(2006), ao se empregar o esterco bovino curtido na adubação do maracujazeiro doce, deve-se reduzir a adubação mineral nitrogenada a ser aplicada, visto este adubo orgânico possuir quantidades consideráveis de nitrogênio. Este autor relata que o aumento das doses de nitrogênio mineral em plantas adubadas com esterco bovino curtido promoveu o crescimento vegetativo resultando em alta produção de folhas e diminuição do número de flores, revertendo em menor produtividade.

As fontes de nitrogênio mineral para as culturas existem em várias formas químicas e afetam em magnitudes variadas o pH e a concentração eletrolítica do solo ao redor de seus grânulos (Silva e Vale, 2000). Podem se apresentar tanto na forma nítrica ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ), amoniacal  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ , nítrico-amoniacal ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) e amídica (uréia). Entre essas, a uréia é o principal fertilizante sólido no mercado mundial, sendo que, no Brasil, esse produto responde por cerca de 60% dos fertilizantes nitrogenados comercializados (Cantarella, 2007).

A uréia se destaca pela facilidade de acesso, menor custo por unidade de N - apresentando  $450 \text{ g de N kg}^{-1}$  (45% de N) - que reduz o custo de transporte e de aplicação, elevada solubilidade ( $1000 \text{ g L}^{-1}$ ), índice salino por unidade de nutriente de 1,70 (índice relativo comparado com o fertilizante nitrato de sódio), índice de acidez de 71%, compatibilidade para a mistura com outros fertilizantes e defensivos e alta taxa de absorção foliar. Porém, é perdido com muita facilidade por volatilização de  $\text{NH}_3$ , além de acidificar o substrato (Cantarella, 2007; Scivittaro et al., 2004, Borges e Silva, 2002). Para reduzir as perdas por volatilização, a uréia deve ser incorporada ao solo no momento da aplicação (Facre, 2007).

O nitrogênio integrante da uréia necessita de duas reações (hidrólise e nitrificação) até atingir a forma nítrica, o que pode retardar a lixiviação do nitrato em relação aos fertilizantes nítricos, uma vez que essas reações não são imediatas. Após a hidrólise da uréia, a amônia formada é imediatamente hidrolisada formando íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e, principalmente, hidroxila ( $\text{OH}^-$ ), resultando em uma sensível elevação do pH do solo nas primeiras semanas nas adjacências dos grânulos fertilizantes, com reflexos no aumento das cargas negativas e, conseqüentemente, no aumento da adsorção de amônio (Ernani et al., 2001). O nitrogênio na forma amoniacal poderá ser absorvido pelas plantas, promovendo a acidificação da rizosfera. Neste aspecto a sua utilização pode ser

avaliada como vantagem, pela possibilidade de aumentar a eficiência na utilização de micronutrientes metálicos, cuja disponibilidade é influenciada pela diminuição do pH.

Em um experimento com doses crescentes de NPK no Recôncavo Baiano a adubação nitrogenada na forma de uréia não influenciou os teores de nitrogênio na folha, diminuindo os teores de boro e reduzindo o pH do solo no segundo ano de cultivo do maracujazeiro. A redução dos teores de boro foi correlacionada à inibição promovida pelos íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  sobre a absorção do  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$  (Borges et al., 2002).

Outros fertilizantes nitrogenados contendo N amoniacal, como sulfato de amônio e nitrato de amônio, aplicados nos solos ácidos predominantes do Brasil, tendem a manter a maior parte do N na forma  $\text{NH}_4^+$  (Stipp e Prochnow, 2008; Cantarella, 2007). Estes adubos diminuem o pH ao redor dos grânulos podendo, com isso, inibir a nitrificação, mantendo parte do amônio temporariamente adsorvido (Collamer et al., 2007; Silva e Vale, 2000)

O sulfato de amônio apesar de ser menos concentrado (21% de N), e de maior custo, tem algumas vantagens como a baixa tendência de perdas voláteis de nitrogênio, baixa taxa de nitrificação, aumento da solubilidade do fósforo e do manganês do solo, melhorando o aproveitamento desses nutrientes pelas plantas. Além disso, o enxofre contido neste adubo (24% S) melhora a absorção e o aproveitamento do nitrogênio pelas culturas devido à sinergia positiva entre esses nutrientes. (Collamer et al., 2007).

O nitrato de amônio é menos utilizado do que os anteriores, possuindo uma concentração de N intermediária entre o sulfato de amônio e a uréia (32% de N, sendo 50% nitrogênio nítrico e 50% nitrogênio amoniacal), tem um custo mais elevado, porém seu uso pode ser interessante em alguns casos de aplicação superficial (Yano et al., 2005). As principais características agronômicas deste fertilizante são: nitrogênio nítrico prontamente disponível, nitrogênio amoniacal com disponibilidade mais prolongada, baixo índice de salinidade, compatibilidade com as demais matérias-primas das misturas NPK (com exceção da uréia), menor perda por volatilização - devido à presença dos radicais nítrico e amoniacal, e acidifica menos o solo comparado a outros fertilizantes nitrogenados (Mesquita, 2007).

Borges et al. (2006) relatam que, em geral, as fontes de adubos nitrogenados utilizados para a adubação do maracujazeiro diferem principalmente em razão da presença de outro nutriente ou pelo efeito que exercem sobre o pH do solo, devendo a escolha basear-se na disponibilidade do produto no mercado, preço, época, modo de aplicação e sistemas de manejo, dentre outros fatores. Estes autores observaram que uréia e nitrato de cálcio utilizados na adubação do maracujazeiro, não influenciaram nas características do fruto e na qualidade do suco, porém, a produtividade máxima de frutos foi obtida com aplicação de adubo na forma de uréia.

O nitrogênio participa de diversos compostos considerados de suma importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, destacando-se as proteínas e as clorofilas (Taiz e Zeiger, 2004). A quantidade absorvida varia durante o ciclo de desenvolvimento da planta em função da quantidade de raízes e da taxa de absorção por unidade de peso de raiz (Bredemeier e Mundstock, 2000). Existe uma defasagem entre a liberação do nitrogênio aplicado e a absorção do elemento pela cultura. Normalmente, a disponibilidade diminui ao longo do tempo, ao passo que aumenta a exigência da cultura, devendo assim o adubo nitrogenado ser aplicado no momento correto (Boaretto et al., 2007).

O nitrogênio entra em contato com as raízes das plantas por fluxo de massa, indicando que a água é fundamental para que haja resposta ao nutriente e para que ele seja absorvido pelas plantas (Boaretto et al., 2007). Assim, Carvalho et al. (2000), estudando os efeitos da adubação nitrogenada e lâminas de irrigação no maracujazeiro amarelo em Campos dos Goytacazes, RJ, obtiveram maior produtividade,  $41,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , quando foram aplicados cerca de  $290 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de nitrogênio sob uma lâmina de irrigação de 75% da  $ET_0$  ( $1293 \text{ mm ano}^{-1}$ ). De acordo com os autores, a falta de resposta à adubação nitrogenada quando em déficit de água ocorre, provavelmente, devido a perdas por volatilização do  $\text{NH}_3$  ou por não haver água suficiente para transportar o nitrogênio para a zona de absorção pelas raízes.

Plantas cultivadas sob deficiência de N podem não expressar seu potencial produtivo, visto que sob tais condições podem ocorrer reduções significativas na taxa de formação e expansão foliar e na taxa assimilatória líquida por unidade de área (Cruz et al., 2006). A deficiência nutricional de nitrogênio nas plantas de maracujá doce pode ser observada através do aspecto visual da cultura, sendo os

principais sintomas ramos em menor número, mais finos e com menor vigor das gavinhas, folhas com cor verde mais clara e com menor área, amarelecendo quando mais velhas e caindo prematuramente (Freitas, 2006). A redução do crescimento da planta também é descrita por Kluge (1998) como sintoma de deficiência de nitrogênio, sendo relatado por ele que, em casos mais graves, a planta pode não desenvolver ramos laterais.

## **2.5. Metabólitos secundários**

As plantas apresentam diversas vias metabólicas secundárias que levam à formação de compostos, cuja distribuição é restrita a algumas famílias, gêneros ou mesmo espécies. O conjunto de compostos secundários é resultado do balanço entre a formação e eliminação desses compostos durante o crescimento da planta, sendo que esse equilíbrio é influenciado por fatores genéticos e ambientais como luz, temperatura, tipo de solo, água, além de outros, que são variáveis (López, 2006).

Os metabólitos secundários tais como compostos fenólicos, terpenóides, óleos essenciais e alcalóides entre outros são compostos elaborados a partir da síntese dos metabólitos primários (Santos, 1999). São esses compostos os responsáveis pelos efeitos medicinais, ou tóxicos, das plantas, agindo na defesa contra pragas e doenças, na atração de polinizadores, na interação com microrganismos simbióticos, entre outras funções, apresentando grande importância ecológica (Verpoorte et al., 2000).

Assim, sendo os metabólitos secundários fatores de interação entre organismos, freqüentemente apresentam atividades biológicas interessantes, possuindo importância nas áreas farmacêutica, alimentar, agrônômica e de perfumaria, entre outras (Bourgaud et al., 2001; Santos, 1999). A literatura registra a grande utilização das folhas de *Passiflora* pela medicina popular na forma de chá, como ansiolíticos, diuréticos, emenagogas, e antipiréticas, sendo suas raízes utilizadas como anti-helmínticas, vermífugas e no tratamento de histerias (Dhawan et al., 2004), promovendo assim o interesse da indústria farmacêutica, sendo atualmente utilizada para preparações de fitoterápicos (Rudnicki, 2005).

Os principais metabólitos secundários das Passifloraceas são: flavonoides (vitexina, isovitexina, neohesperidina, saponarina, crisina, BZF), glicosídeos, alcalóides indólicos (passiflorina, harmina, harmanol, harmalina), compostos fenólicos e constituintes voláteis (Costa e Tupinambá, 2005; Dhawan et al., 2004). Os alcalóides receberam maior atenção no início das pesquisas com esta família devido à sua relevância farmacêutica (Bourgaud et al., 2001). No entanto, numerosas pesquisas demonstram que os polifenóis são os compostos majoritários em extratos de folhas de *P.alata* e *P.edulis*, podendo ser classificados de acordo com sua estrutura química em ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos), flavonóides, estilbenos e lignanas (Simões et al., 2003), sendo os flavonóides os mais estudados (Freitas, 2006).

Os flavonóides encontrados em *Passiflora* são do tipo C-glicosídeo, pigmentos polifenólicos abundantes em plantas (Pereira e Vilegas, 2000). Em revisão realizada por Dhawan et al. (2004), os principais flavonóides presentes em *Passiflora incarnata* são: apigenina, luteolina, quercetina, caempferol, 6- $\beta$ -xilopiranosil-apigenina, vitexina, isovitexina, orientina, isoorientina, schaftosídeo, isoschaftosídeo, rutina, entre outros.

A presença de C-glicosilflavonóides tem sido relatada por diversos autores para outras espécies de Passifloraceas. Em extratos de folhas de *Passiflora serratifolia*, Ulubelen e Mabry (1980) identificaram cinco C-glicosilflavonóides: vitexina, isovitexina, orientina, 2"-xilosilvitexina e 2"-xilosilisovitexina. Em *Passiflora pittieri* observou-se a presença de isovitexina, 2"-xilosilvitexina e uma mistura de vicenina-2, schaftosídeo e isoschaftosídeo, contendo também luteolina 7-O-glucosídeo e ácido clorogênico; *Passiflora alata* apresentou 2"-xilosilvitexina, vitexina, isovitexina e isoorientina (Ulubelen et al., 1982a). Os seguintes C-glicosilflavonóides foram identificados em *Passiflora foetida* var. *hispida*: crisoeriol, apigenina, vitexina, isovitexina, 2"-xilosilvitexina, 2"-xilosilisovitexina, luteolina 7- $\beta$ -D-glicosídeo, caenferol, luteolina (Ulubelen et al., 1982b). Estes mesmos autores identificaram em *Passiflora foetida* var. *hibiscifolia* isovitexina, vitexina, 2"-xilosilvitexina, 2"-xilosilisovitexina, apigenina 7- $\beta$ -D-glicosídeo, schaftosídeo, vicenina, luteolina 7- $\beta$ -D-glicosídeo. Em *Passiflora cyanea* e *P.oerstedii* foram descritos 2"-xilosilvitexina, e em *P.menispermifolia* vitexina, orientina, 6-hidroxi-luteolina 6,7 dimetil-éter, luteolina 7- $\beta$ -D-glicosídeo (Ulubelen et al., 1981). Em *P.edulis* f. *flavicarpa* foram identificados a presença de C-glicosilflavonas: vitexina,

isovitexina, orientina e isoorientina nas folhas e frutos, não sendo observado nas raízes (Zucolotto et al., 2006). A importância econômica dos flavonóides no maracujazeiro encontra-se mais relacionada às suas propriedades sedativas, antiespasmódicas e ansiolíticas, voltadas para a indústria farmacêutica (Zuanazzi, 1999).

Embora os metabólitos secundários sejam controlados geneticamente, o ambiente de crescimento da planta pode influenciar na produção de seus compostos químicos de uso medicinal e na quantidade de material vegetal (Lapa, 2006). Luz, temperatura, precipitação, altitude, tipo de solo, época de coleta, idade da folha, eventos fenológicos, nutrientes, herbivoria, injúria física e outras formas de estresse são considerados os principais fatores que alteram a taxa de produção dos compostos químicos de plantas (Gobbo-Neto e Lopes, 2007; Freitas et al., 2007).

Freitas et al. (2007) observaram que a posição da folha no ramo e a idade da folha influenciaram os teores de rutina, vitexina e flavonóides totais, sendo observado maiores teores em folhas mais jovens. Tecidos mais novos possuem maiores taxas biossintéticas de metabólitos, tais como óleos essenciais, lactonas sesquiterpênicas, ácidos fenólicos, alcalóides, flavonóides e estilbenos (Gobbo-Neto e Lopes, 2007).

Estudos realizados visando correlacionar a influência dos nutrientes sobre a produção de metabólitos secundários mostram uma correlação positiva com a proporção carbono/nutrientes, ou seja, em solos pobres em nutrientes, paralelamente à menor taxa de crescimento, geralmente se verifica maior produção de metabólitos secundários, particularmente derivados fenólicos (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). Freitas et al. (2008) observaram que deficiências de nitrogênio, fósforo e potássio aumentaram os teores de vitexina nas folhas do maracujazeiro doce, mas as deficiências de cálcio e boro os reduziram, e que deficiências de magnésio e enxofre não alteraram os teores de vitexina. De acordo com Gobbo-Neto e Lopes (2007), uma correlação bem estabelecida é que menores quantidades de metabólitos fenólicos são produzidos em condições de fornecimento abundante de nitrogênio. Entretanto, com alteração no regime nutricional, as espécies costumam mostrar alterações morfofisiológicas para maximizar o ganho de massa seca nas novas condições (Lapa, 2006).

Sabendo-se dos inúmeros fatores que podem levar a variações no conteúdo de metabólitos secundários, fica claro a necessidade de estudos visando detectar as condições e épocas para cultivo e/ou coleta que conduzam a uma matéria-prima vegetal com concentrações desejáveis de princípios ativos.

## **2.6. Análise de crescimento de plantas**

A análise de crescimento é considerada internacionalmente como o método padrão para a estimativa da produtividade biológica, ou produtividade primária, das comunidades vegetais podendo ser utilizada para a investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, tais como a adaptabilidade das espécies, efeito de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influências de práticas agrônômicas sobre o crescimento (Magalhães, 1985). Lima et al. (2007) ressaltam que esta análise constitui ferramenta eficiente na identificação de materiais promissores, além de identificar características que, no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta.

O fundamento desta análise baseia-se no fato de que, em média, cerca de 90% da matéria seca acumulada pela planta é resultante da atividade fotossintética, sendo os outros 10% relacionados à absorção de nutrientes minerais. Utilizam-se medidas de diferentes tipos: lineares, superficiais, volumétricas, peso e número de unidades estruturais; escolhidas de acordo com os objetivos do experimentador, disponibilidade de material, tempo e mão-de-obra (Benincasa, 2003).

As principais medidas lineares utilizadas são altura da planta, comprimento do caule, comprimento e largura de folhas, comprimento de ramificações, diâmetro de caules, comprimento de entrenós, comprimento e diâmetro de inflorescência e infrutescência, entre outros. Estas medidas, além de facilmente adquiridas, podem ser realizadas em plantas intactas ou não, o que torna possível a análise quando se dispõe de pouco material vegetal (Benincasa, 2003). Assim, pesquisas com diversas Passifloraceas vêm sendo realizadas utilizando este tipo de medidas como parâmetros de avaliação.

A adaptabilidade do maracujazeiro doce às condições edafoclimáticas de Lavras foi verificada através dos dados de crescimento de suas ramificações,



sendo obtidas taxas de crescimento absoluto de 2,35, 3,35 e 2,94 cm dia<sup>-1</sup> para os ramos primários, secundários e terciários, respectivamente (Borges et al., 2008). Efeito da adubação nitrogenada e foliar em maracujazeiro amarelo foi avaliado através das variáveis diâmetro caulinar, número de ramos produtivos, número de frutos por planta e massa média de frutos, sendo constatado aumento destas variáveis em função das doses de nitrogênio fornecidas ao solo (Rebequi et al., 2008). Respostas de plantas de maracujazeiro amarelo a doses de potássio em solução nutritiva foram observadas por Araújo et al. (2005), que constataram aumentos lineares no comprimento médio dos ramos e diâmetro equatorial dos frutos com o aumento da concentração de potássio na solução nutritiva.

A contagem de unidades estruturais morfológicas ou anatômicas, tais como ramificações, folhas, flores, frutos e raízes; medidas relacionadas à determinação ou estimativa da superfície fotossinteticamente ativa (medidas de superfície), e peso de matéria seca são também muito utilizadas para avaliação do crescimento de plantas (Oliveira et al., 2002). Fonseca et al. (2003), utilizaram como variáveis a serem analisadas o comprimento das hastes, o número de folhas por haste e o peso seco da parte aérea e raiz ao estudarem o crescimento do maracujazeiro doce propagado por sementes em função da calagem.

Prado et al. (2004) estudando os efeitos da aplicação de calcário no desenvolvimento, estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro utilizaram como variáveis a serem analisadas a altura, diâmetro do caule, número de folhas, índice de área foliar, matéria seca de parte aérea e raiz, evidenciando o uso, por diversos pesquisadores, de diferentes medidas de crescimento conjuntamente. Neste estudo, os autores observaram aumento de forma quadrática no desenvolvimento das mudas de maracujazeiro, tanto no diâmetro do caule e altura como na área foliar e número de folhas com a aplicação de calcário.

A análise quantitativa de crescimento requer informações obtidas através de vários índices fisiológicos (Magalhães, 1985). No método clássico de análise de crescimento vegetal, os índices fisiológicos são calculados como os valores médios entre os períodos de tempo entre duas coletas. Nesta análise de crescimento, os cálculos são feitos diretamente com os dados originais, e os resultados obtidos são algumas vezes aproximados (França, 1995). Este defeito pode ser minimizado por um desenho experimental concordante com o

procedimento analítico (Hunt et al., 2002), ou seja, intervalos fixos de tempo. Por outro lado, o método funcional de análise de crescimento utiliza funções matemáticas empíricas ajustadas aos dados primários de massa seca e área foliar, sendo os índices fisiológicos obtidos a partir das funções. Dessa forma, tanto valores instantâneos como a variação temporal dos diversos índices são obtidos através das funções e suas derivadas (França, 1995). No entanto, a técnica tradicional de análise de crescimento, ou método clássico, ainda deve ser foco da atenção de fisiologistas e demais pesquisadores, uma vez que está fundamentada em bases sólidas que permitem comparações estatísticas (Calbo et al., 1989).

Dentre os índices de crescimento encontram-se a Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL) e a Razão de área foliar (RAF). A TCA é a variação ou incremento entre duas amostragens ao longo do ciclo da planta, fornecendo a idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (Benincasa, 2003). Já a TCR representa o incremento na massa seca por unidade de massa inicial em um intervalo de tempo o que, para Radford (1967), torna este índice o mais apropriado para comparar efeitos de diferentes manejos agrônômicos. A TAL expressa o balanço entre a fotossíntese e a respiração, entretanto a alocação preferencial de carbono pelas diferentes frações da planta condicionada pelo meio e/ou manejo determina variações na RAF (Gomide e Gomide, 1999).

Com base nestas taxas torna-se possível avaliar, *à posteriori*, o comportamento da cultura e compreender melhor a sua evolução durante todo o ciclo. Sua conveniente interpretação leva à melhoria das produções pela alteração dos processos culturais (Araújo et al., 2005). Contudo, para as fruteiras observa-se uma carência em trabalhos realizados sobre a análise de crescimento das plantas, os quais resultariam em informações importantes na compreensão e maximização do manejo adotado em plantios comerciais (Busquet, 2006).

### **3. TRABALHOS**

#### **3.1. ARTIGO Nº 1**

##### **Crescimento, vitexina e nutrientes minerais em maracujazeiro doce sob fontes de adubação nitrogenada**

#### **RESUMO**

O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de diferentes fontes nitrogenadas no crescimento, desenvolvimento, teores de vitexina e nutrientes minerais em folhas do maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento. O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido na Universidade Estadual do Norte Fluminense em Campos dos Goytacazes, RJ. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro fontes de nitrogênio (esterco bovino, esterco+sulfato de amônio, esterco+nitrato de amônio e esterco+uréia) e quatro repetições. A suplementação da adubação com fertilizantes minerais promoveu aumento de biomassa e dos teores foliares de nitrogênio, com menores teores de vitexina. A adubação apenas com esterco bovino apresentou menor produção de biomassa, menores áreas foliares e menores teores de nitrogênio foliar, apresentando maiores teores foliares de vitexina. Os teores foliares dos nutrientes variaram

entre os estádios de desenvolvimento, com os maiores teores foliares de zinco e manganês obtidos aos 188 dias após semeadura em plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio.

**Termos para indexação:** *Passiflora alata* Curtis, nitrogênio, índices fisiológicos, vitexina.

## ABSTRACT

### **Growth, vitexine and mineral nutrients in sweet passion fruit plant under sources of nitrogen fertilizer**

The work had for objective to evaluate the effects of different nitrogen sources in the growth, development, vitexine contents and mineral nutrients in leaves of the sweet passion fruit plant in the initial phase of growth. The work was developed in atmosphere protected in the State University of the North Part of Rio de Janeiro State in Campos dos Goytacazes, RJ. It was used complete block design with four sources of nitrogen (I manure bovine, manure + ammonium sulfate, manure + ammonium nitrate and manure + urea) and four repetitions. The supplementation of the manuring with mineral fertilizers promoted increase of biomass and nitrogen foliate contents, with smaller vitexine contents. The fertilization just with bovine manure presented smaller biomass production, smaller foliate areas and smaller nitrogen foliate contents, presenting larger foliate contents of vitexine. The foliate contents of the nutrients varied among the development stadiums, with the largest foliate contents of zinc and manganese obtained 188 days after sowing in plants fertilized with added manure of sulfate of ammonium.

**We have for indexation:** *Passiflora alata* Curtis, nitrogen, physiologic indexes, vitexine.

## INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do maracujazeiro tem apresentado importância crescente na economia brasileira, criando empregos no meio rural e urbano e gerando divisas por meio da exportação de sucos (Costa et al., 2008). Dentre as 630 espécies do gênero *Passiflora* (Cunha et al., 2004), o cultivo comercial de *Passiflora alata* Curtis, conhecida como maracujazeiro doce, tem se expandido em função dos elevados preços do produto no mercado de frutas frescas e ao requerimento das indústrias farmacêuticas por sua massa vegetal (Meletti et al., 2003), que é componente ativo de várias preparações fitoterápicas, na forma de comprimidos, infusões e/ou tinturas (Rudnicki, 2005), empregados contra ansiedade, antiespasmódico e sedativo (Müller, 2006). Os flavonóides vitexina, rutina, orientina e isovitexina são os principais constituintes químicos desta espécie (Paris et al., 2002; Pereira e Vilegas, 2000).

Dentre os fatores de estresse que podem interferir na composição química da planta, a nutrição merece destaque, pois a deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade de princípio ativo (Lapa, 2006). Nesse sentido, Freitas et. al.(2008) demonstraram que a deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio promoveram incrementos nos teores de vitexina nas folhas do maracujazeiro doce.

Contudo, dentre os nutrientes, o nitrogênio tem maior utilização e estreita relação com o teor de biomassa, expressa pela eficiência do seu uso na produção, por sua função como componente essencial do protoplasma e das enzimas vitais da planta (Mapeli et al., 2005). Na maior parte das pesquisas realizadas com maracujazeiro, tanto o amarelo quanto o doce, a fonte nitrogenada constantemente empregada é a uréia, devido à relação custo benefício deste insumo. No entanto, outros insumos podem ser empregados com maior eficiência na absorção pela planta e menores perdas por lixiviação e volatilização.

Na literatura são escassos trabalhos sobre a nutrição mineral do maracujazeiro doce visando avaliar seu crescimento e obtenção de princípios ativos, devendo-se ressaltar o trabalho pioneiro de Freitas et al. (2008). Portanto, é de fundamental importância verificar a influência da adubação nitrogenada e de suas fontes na produção de biomassa e na necessidade de nutrientes da planta,

fornecida pelo solo e controlada pela adubação, para que se possam gerar subsídios para futuras recomendações no programa de fertilização desta espécie, e conseqüentemente, avaliar o seu perfil fitoquímico em função das adubações.

Tendo em vista tais considerações, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes fontes nitrogenadas no crescimento, desenvolvimento, teores de vitexina e nutrientes minerais em folhas do maracujazeiro doce na fase inicial de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes-RJ, situada a 21°19'23"S de latitude, 41°10'40"W de longitude e altitude de 14m, durante o período de julho de 2007 a janeiro de 2008.

Em julho de 2007 as sementes foram retiradas de frutos oriundos de lotes comerciais, colocadas para germinar em bandejas contendo substrato comercial (Plantmax), recebendo cada célula apenas uma semente. Após atingirem cinco centímetros de altura, três plântulas foram transplantadas para vasos de 30 L. Os vasos continham uma mistura de solo: areia: esterco na proporção de 3:1:1. A análise química do substrato foi realizada na fase de implantação do experimento e apresentou as seguintes características: pH (H<sub>2</sub>O)=6,39; P=66 mg dm<sup>-3</sup>; Fe=259 mg dm<sup>-3</sup>; Cu=6,58 mg dm<sup>-3</sup>; Zn=39,6 mg dm<sup>-3</sup>; Mn=31,4 mg dm<sup>-3</sup>; S-SO<sub>4</sub>=38 mg dm<sup>-3</sup>; B=0,49 mg dm<sup>-3</sup>; K=1,08 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca=46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 37,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al= 0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 18,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na= 1,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 95,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C=16,2 g dm<sup>-3</sup>, MO=27,9 g dm<sup>-3</sup>.

O desbaste foi realizado aos 104 dias após a semeadura, quando as plantas atingiram 20 cm de altura, deixando-se uma planta por vaso, sendo conduzido apenas o ramo primário. Neste momento foi realizada a primeira adubação mineral com o equivalente a 5 g de nitrogênio por fonte utilizada. As demais adubações, realizadas mensalmente, empregaram 10 g de nitrogênio nas suas diferentes fontes e 10 g de Cloreto de potássio, totalizando, ao final do experimento, 25 g de nitrogênio e 20 g de Cloreto de potássio. Os adubos foram

adicionados em cobertura, formando um círculo distante do colo da planta, e cobertos com uma camada de substrato, sendo o substrato posteriormente irrigado.

O crescimento das plantas foi avaliado quinzenalmente por meio de medições do comprimento do ramo primário da planta, diâmetro do caule, número de folhas, distância entre nós, área foliar, peso de massa seca da parte aérea, raiz e total. O comprimento do ramo primário foi medido a partir da superfície do substrato até a gema apical por meio de trena milimetrada, e o diâmetro do caule foi determinado a 20 cm de altura do substrato por meio de paquímetro digital.

Para obtenção da massa seca da parte aérea, o ramo primário foi cortado rente à superfície do substrato, e todas as folhas aderidas a ele foram retiradas. Os ramos primários foram acondicionados em sacos de papel e levados ao laboratório, sendo realizado o mesmo procedimento para as folhas. Para obtenção da massa seca de raízes, o substrato foi retirado do vaso, colocado sobre uma mesa recoberta com tela de malha fina, e submetida a jatos de água até a total separação dos mesmos. As raízes foram acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório. Os materiais coletados, parte aérea (caule e folhas) e raízes, foram secos em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 45° C. A massa seca da parte aérea foi obtida pelo somatório das frações do ramo primário e folhas, e a massa seca total pelo somatório de todas as porções vegetativas (ramo primário, folhas e raízes).

Na avaliação da área foliar utilizou-se o medidor de área foliar de bancada modelo LI-3100 (LI-COR, Lincoln, NE, USA). Posteriormente, determinaram-se os índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão da área foliar (RAF), por meio do método clássico de análise de crescimento e suas respectivas fórmulas matemáticas (Benincasa, 2003).

A avaliação nutricional das plantas foi realizada aos 147 e 188 dias após a semeadura, utilizando-se todas as folhas. O material foi seco em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 45° C, durante 72 horas, sendo posteriormente triturado em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Os teores minerais analisados foram: nitrogênio orgânico ( $N_{org}$ ), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio

(Mg), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu), de acordo com as metodologias descritas por Jackson (1965) e Malavolta et al. (1997).

A avaliação do flavonóide vitexina foi realizada em quatro etapas, segundo metodologia de Pereira et al. (2004) com modificações de Freitas et al. (2008). Primeiramente, 1 g de folhas do maracujazeiro doce, seca e moída, foi submetida à extração com 10 mL de metanol em agitador, durante 24 horas, à temperatura ambiente. Após esse período, os extratos foram filtrados, utilizando-se papel de filtro de filtração rápida. O extrato recolhido em béquer de 50 mL foi colocado em capela de exaustão para evaporação total do metanol, obtendo-se o extrato concentrado. Na segunda etapa, o extrato concentrado foi diluído com 2 mL de metanol:água na proporção de 2:1 e introduzido em cartucho Sep-Pak (Waters), com fase estacionária C-18 e eluído seqüencialmente com os seguintes solventes: a) 10 mL de metanol 60%, para a eluição completa dos flavonóides, b) 5 mL de metanol 80% e c) 25 mL de metanol puro, para a limpeza do cartucho.

Na terceira etapa o extrato eluído na fração metanol 60%, recolhido em béquer de 50 mL, previamente seco e pesado, foi colocado em banho de areia a 50 °C, em capela de exaustão, para total evaporação do metanol e da água. Após esse procedimento, o béquer, com o material seco, foi pesado. Por fim, esses extratos pesados foram diluídos com 8 mL de metanol: água na proporção 2:1 e injetados 30 µL em cromatógrafo líquido Shimadzu equipado com coluna C-18. As condições cromatográficas foram: fluxo de 0,8 mL, fase móvel constituída por solvente A (ácido fórmico 2%) e solvente B (acetonitrila), gradiente de eluição: 0-10 minutos 15% de B em A, 10-40 minutos, 15-30% de B em A e de 40-45 minutos 30-15% de B em A. Entre as injeções de cada amostra a coluna foi reequilibrada por 10 minutos.

A análise quantitativa do flavonóide vitexina foi efetuada a partir do método do padrão externo, empregando vitexina da marca Fluka<sup>®</sup> como referência, sendo realizada a curva padrão. A solução padrão foi preparada em metanol e injetada na mesma condição das amostras, obtendo-se as respectivas áreas. Com as áreas e as concentrações foram empregadas equações, do tipo  $y = a + bx$ , onde  $y$  = concentração e  $x$  = área. As áreas das amostras foram introduzidas nessa equação e obtidas as respectivas concentrações em mg mL<sup>-1</sup> e, ao final, multiplicado por 8, para obter as concentrações de vitexina em mg por grama de matéria seca.



O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, empregando-se fatorial 4x5, quatro fontes de nitrogênio (esterco, esterco+sulfato de amônio, esterco+nitrato de amônio e esterco+uréia) e cinco épocas de coleta (132, 147, 160, 176 e 188 dias após a semeadura), para a avaliação do crescimento e fatorial 4x2, quatro fontes de nitrogênio (esterco, esterco+sulfato de amônio, esterco+nitrato de amônio e esterco+uréia) e duas épocas de coleta (147 e 188 dias após a semeadura), para análise nutricional e teor de vitexina. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados qualitativos comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, e para os dados quantitativos foi utilizada a análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes nitrogenadas testadas apresentaram diferença significativa para as variáveis área foliar total, área média de uma folha, peso médio de uma folha, peso de massa seca da parte aérea, raiz e total, não sendo observada diferença significativa das fontes para as demais variáveis (Tabelas 1 e 2). Plantas adubadas com esterco acrescidas de outra fonte nitrogenada apresentaram maior desenvolvimento da área foliar total, peso médio de uma folha e peso de massa seca da parte aérea e total.

**Tabela 1.** Comprimento do ramo primário (CRP), diâmetro do caule (D), distância entre nós (DEN) e número de folhas por planta (NFP) do maracujazeiro doce submetido a diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de nitrogênio	CRP	D	DEN	NFP
		(mm)		
Esterco	1404 a	5,63 a	62,6 a	21,4 a
Esterco+Sulfato de amônio	1431 a	5,99 a	60,5 a	22,9 a
Esterco+Nitrato de amônio	1416 a	6,13 a	56,3 a	23,7 a
Esterco+Uréia	1405 a	5,59 a	56,5 a	23,6 a
<b>Média</b>	1414	5,83	58,9	22,9
<b>CV (%)</b>	21,58	15,2	17,5	19,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Área foliar total (AFT), área média de uma folha (AMF), peso médio de uma folha (PMF), peso de massa seca da parte aérea, raiz e total do ramo primário do maracujazeiro doce submetido a diferentes fontes nitrogenadas.

Fontes de nitrogênio	AFT	AMF	PMF	Massa seca (g)		
	(cm <sup>2</sup> )			Parte aérea	Raiz	Total
Esterco	2159 b	92,6 b	0,89 c	21,8 b	5,87 ab	27,7 b
Esterco+Sulfato de amônio	2929 a	120,5 a	1,32 a	33,0 a	7,86 a	40,9 a
Esterco+Nitrato de amônio	2777 ab	107,4 ab	1,19 ab	32,2 a	6,98 ab	39,2 a
Esterco+Uréia	2571 ab	99,5 ab	0,99 bc	27,5 ab	5,46 b	32,9 ab
<b>Média</b>	2609	105,0	1,10	28,6	6,54	35,2
<b>CV (%)</b>	30,4	24,2	31,82	39,0	40,2	36,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

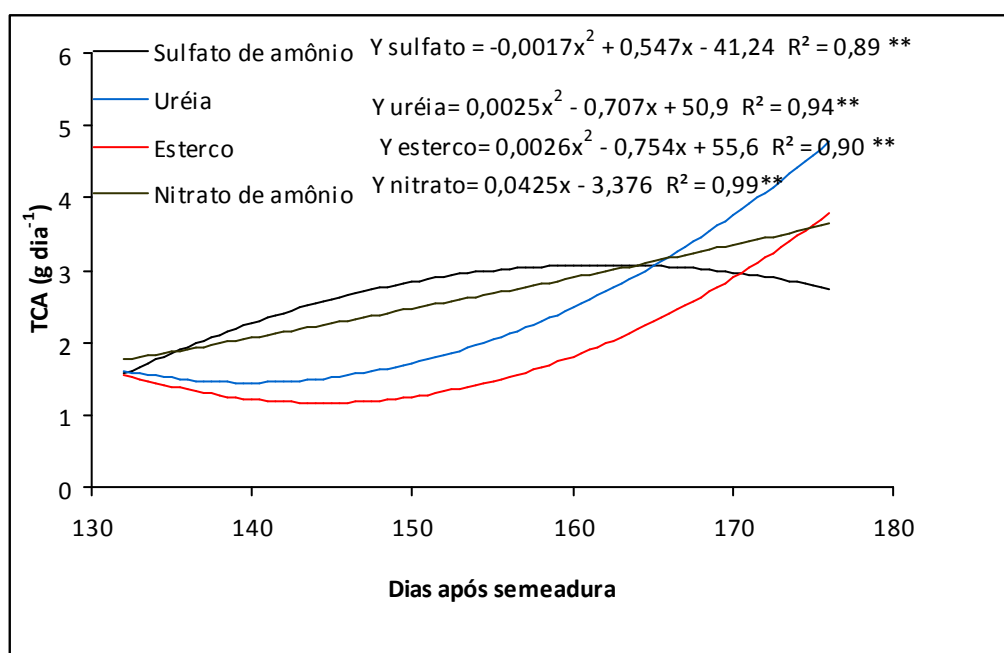
Pode-se observar neste experimento redução de 33,9% e 32,3% na produção de biomassa em plantas de maracujazeiro doce adubadas somente com esterco bovino quando comparadas a plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio e nitrato de amônio, respectivamente.

O crescimento radicular, avaliado em função do peso de massa seca de raiz, foi maior em plantas adubadas com esterco+sulfato de amônio e esterco+nitrato de amônio. De acordo com Marschner (1995), o aumento da área da superfície radicular é, em geral, mais distinto com o nitrogênio amoniacal que com o nítrico. Os menores valores observados em plantas adubadas com esterco+uréia podem estar relacionados à maior volatilização da uréia em relação às outras fontes nitrogenadas. De acordo com Yamada e Abdalla (2007), mesmo em solos ácidos a uréia está sujeita a perdas de N por volatilização de NH<sub>3</sub>, o que não acontece com o sulfato de amônio e o nitrato de amônio, que tendem a manter a maior parte do N na forma NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, que é estável.

As curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA) em função do tempo para as diferentes fontes nitrogenadas empregadas estão apresentadas na Figura 1. Verifica-se comportamento linear de produção de fitomassa em relação ao tempo em plantas submetidas à adubação com esterco+nitrato. No entanto, para o esterco e esterco+uréia a taxa de crescimento absoluto apresentou um comportamento quadrático. Pela equação quadrática observa-se que aos 160 dias após semeadura, há um aumento da massa seca.

Redução de biomassa em plantas submetidas à fonte nitrogenada esterco+sulfato de amônio foi observada aos 160 dias após semeadura, sendo relacionada à senescência foliar (Figura 1). Esta senescência pode estar relacionada ao processo evolutivo da planta, visto os teores foliares de nitrogênio

se encontrarem dentro das faixas consideradas adequadas para a cultura (Tabela 3). Pode-se explicar este fato a menor exigência energética para a assimilação do amônio pelas plantas, em comparação à assimilação do nitrato, em razão do primeiro não precisar ser reduzido para sua incorporação em aminoácidos. Portanto, plantas supridas com nitrogênio na forma amoniacal necessitam de menos energia para crescer e se desenvolver (Bredemeier e Mundstock, 2000).

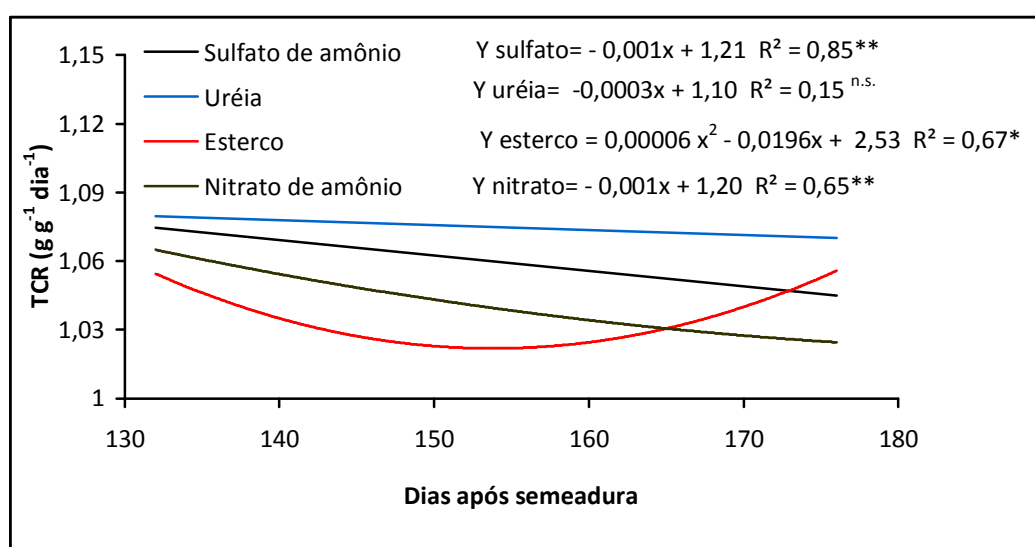


**Figura 1.** Taxa de crescimento absoluto – TCA - ( $\text{g dia}^{-1}$ ) de plantas de maracujazeiro doce submetidas a diferentes fontes nitrogenadas, durante a fase inicial de crescimento, em ambiente protegido.

A TCR foi decrescente para plantas onde foram empregadas como fontes nitrogenadas esterco+sulfato e esterco+nitrato (Figura 2). Antoniazzi e Deschamps (2006) relatam que a TCR diminui da primeira até a última avaliação devido ao acúmulo contínuo de matéria seca no decorrer do período e pela diminuição da capacidade relativa da planta em produzir material novo. Urchei et al. (2000) observaram diminuição da TCR em feijoeiro correlacionando o fato à elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento.

Plantas adubadas com esterco bovino e uréia apresentaram comportamento constante, indicando que as plantas converteram eficientemente

os nutrientes e foto assimilados produzidos em biomassa, já que a TCR indica a produção de biomassa em função da biomassa preexistente. Plantas submetidas apenas à fonte nitrogenada esterco apresentaram comportamento quadrático, com aumento observado a partir dos 160 dias após semeadura, fato também observado em relação a TCA. Este fato pode estar relacionado à disponibilidade do nitrogênio para as plantas, sendo estas dependentes da taxa de mineralização da matéria orgânica, que vai depender da quantidade de nitrogênio imobilizado disponível na mesma, da temperatura, da umidade, do pH e da aeração do solo, das perdas do nitrogênio por lixiviação e da relação carbono:nitrogênio do material (Ferreira et al., 2003).

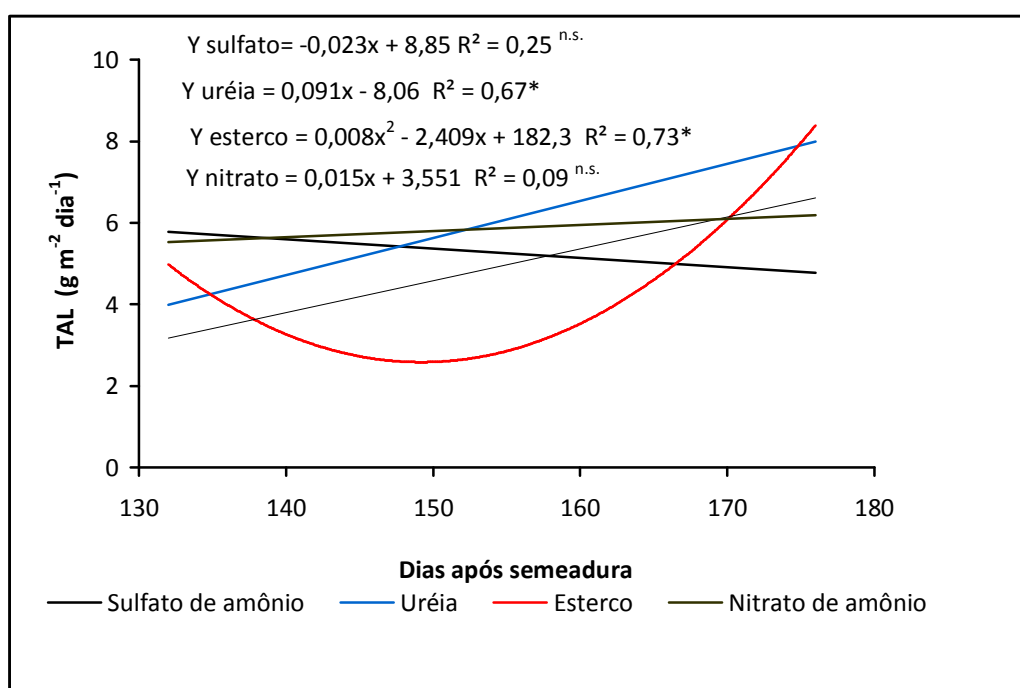


**Figura 2.** Taxa de crescimento relativo - TCR – ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ) de plantas de maracujazeiro doce submetidas a diferentes fontes nitrogenadas, durante a fase inicial de crescimento, em ambiente protegido.

Na literatura existe certa controvérsia entre os estudos sobre a TAL, com alguns autores (Lima et al., 2007; Alvarez et al., 2005; Nogueira et al., 2000) reportando aumentos, reduções e até falta de variação desta taxa durante o crescimento da planta. Através da Figura 3. se observa comportamento diferenciado das plantas para a TAL nos diferentes adubos nitrogenados empregados. Plantas adubadas com esterco acrescidas de sulfato de amônio e nitrato de amônio não apresentaram variação da TAL ao longo do período de avaliação. Contudo, as demais adubações utilizadas promoveram acréscimos na

TAL em maior ou menor magnitude. Plantas submetidas à adubação somente com esterco bovino apresentaram comportamento quadrático, com aumento da TAL a partir dos 160 dias após semeadura. Este acréscimo deve-se, principalmente, à melhoria da eficiência na produção de fotoassimilados.

Contudo, plantas adubadas com esterco bovino+uréia apresentaram acréscimos da TAL ao longo do período de avaliação (Figura 3). De acordo com alguns autores (Lima et al., 2007; Alvarez et al., 2005), na fase inicial de crescimento das plantas ocorre um aumento da TAL, que acompanha o crescimento da área foliar.

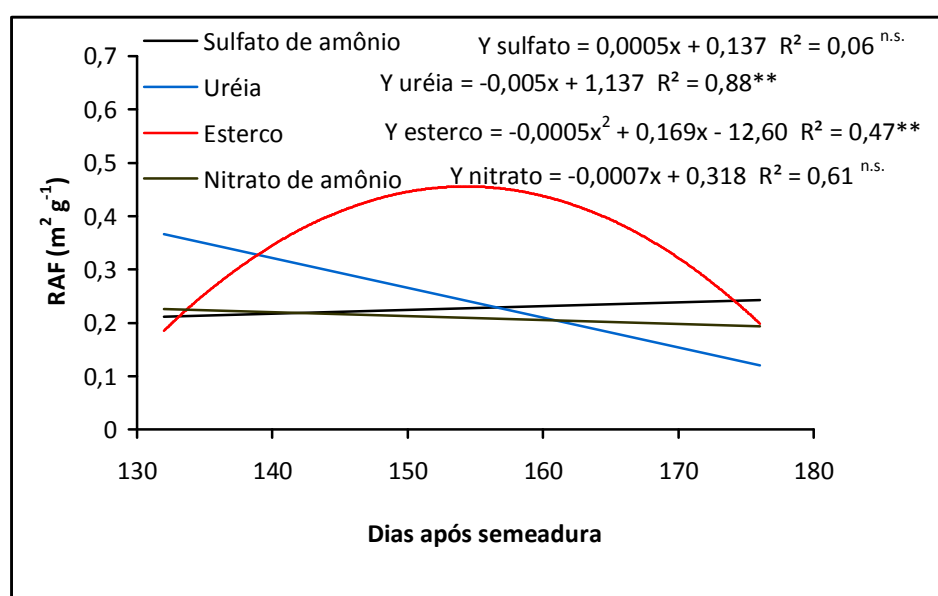


**Figura 3.** Taxa de assimilação líquida - TAL – ( $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) de plantas de maracujazeiro doce submetidas a diferentes fontes nitrogenadas, durante a fase inicial de crescimento, em ambiente protegido.

Assim como ocorreu com a TAL, a RAF apresentou comportamento distinto entre plantas de maracujazeiro doce submetidas a diferentes fontes nitrogenadas. Plantas adubadas com esterco acrescidas de uréia apresentaram redução da RAF desde o início das avaliações (Figura 4). Aumento na RAF foi observado em plantas adubadas com esterco bovino. Logo, grande parte dos fotoassimilados produzidos por plantas adubadas com esterco bovino foi transformado em massa

seca de folhas. Para Benincasa (2003) esse comportamento é devido à alta conversão de energia em aparatos foliares.

Plantas submetidas a adubações com esterco bovino e sulfato de amônio ou esterco bovino e nitrato de amônio apresentaram aumento nas taxas de assimilação líquida (Figura 3) e razão de área foliar (Figura 4) no intervalo avaliado. Este fato pode estar relacionado à presença do nitrogênio amoniacal em suas formulações, reduzindo as perdas de nitrogênio no solo. Além disso, o enxofre contido no sulfato de amônio (24% S) melhora a absorção e o aproveitamento do nitrogênio pelas culturas devido à sinergia positiva entre esses nutrientes. (Collamer et al., 2007).



**Figura 4.** Razão de área foliar – RAF – ( $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ) de plantas de maracujazeiro doce submetidas a diferentes fontes nitrogenadas, durante a fase inicial de crescimento, em ambiente protegido.

Até o momento, nenhum estudo semelhante avaliando criteriosamente o crescimento do maracujazeiro doce após adubação com diferentes fontes nitrogenadas foi desenvolvido e, caso seja comprovado em condições de campo os resultados obtidos em ambiente protegido, estes poderão servir como alternativa na adubação desta espécie.

Plantas de maracujazeiro doce cultivadas com esterco bovino apresentaram os maiores teores de vitexina (11,19 e 8,20  $\text{mg g}^{-1}$  de matéria seca)

e os menores teores de nitrogênio foliar (31,6 e 19,28 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca) nos dois estádios de desenvolvimento das plantas (147 e 188 dias após semeadura) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teores de vitexina e nitrogênio em folhas do maracujazeiro doce submetidas a diferentes fontes nitrogenadas e estágio de desenvolvimento

Fontes de nitrogênio	Vitexina		Média	Nitrogênio		Média
	mg g <sup>-1</sup> matéria seca			g kg <sup>-1</sup> de matéria seca		
	147 DAS	188 DAS		147 DAS	188 DAS	
Esterco bovino	11,19 Aa	8,20 Ba	9,69	31,6 Ac	19,3 Bb	25,4
Esterco + Sulfato de amônio	8,04 Ac	4,33 Bbc	6,18	47,8 Aa	43,8 Aa	45,8
Esterco + Nitrato de amônio	8,09 Ac	5,22 Bb	6,66	48,4 Aa	40,9 Ba	44,6
Esterco + Uréia	9,07 Ab	3,84 Bc	6,46	40,6 Ab	41,8 Aa	41,2
<b>Médias</b>	9,10	5,40	7,24	42,1	36,4	
<b>CV(%)</b>	6,50			8,84		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Freitas et al. (2008) trabalhando com plantas de maracujazeiro doce, 103 dias após o plantio, em solução nutritiva, observaram que no tratamento deficiente em nitrogênio os teores de vitexina (8,14 mg g<sup>-1</sup> matéria seca) foram 46 % maior em relação ao tratamento completo (5,57 mg g<sup>-1</sup> matéria seca). Em plantas de tabaco selvagem (*Nicotiana attenuata*) submetidas a baixo fornecimento de nitrogênio foram observadas maiores concentrações de ácido clorogênico, rutina e glicosídeos diterpênicos (DTGs), reduzindo também a sua produção de biomassa (Lou e Baldwin, 2004).

A produção de metabólitos secundários, exceto os nitrogenados, mostra uma correlação positiva com a proporção carbono/nutrientes, isto é, em solos pobres em nutrientes, paralelamente à menor taxa de crescimento, geralmente se verifica maior produção de metabólitos secundários, particularmente derivados fenólicos. Os efeitos de nutrientes nos níveis de derivados do ácido chiquímico demonstram que deficiências em nitrogênio, fósforo, enxofre e potássio geralmente resultam em maiores concentrações destes metabólitos (Gobbo-Neto e Lopes, 2007)

Plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio e nitrato de amônio apresentaram os maiores teores de nitrogênio foliar e menores teores de vitexina nos dois estádios de desenvolvimento.

Em todas as fontes nitrogenadas empregadas, os teores médios de vitexina foram maiores aos 147 dias após a semeadura, havendo uma queda nos teores da ordem de 27% a 58% aos 188 dias após semeadura. Tecidos mais novos geralmente possuem maiores taxas biossintéticas de metabólitos, como observado em folhas de maracujazeiro amarelo por Freitas et al. (2007). Esses autores verificaram maiores teores de vitexina, rutina e flavonóides totais em folhas novas, decrescendo até a 8ª e a 9ª folhas do ramo do maracujazeiro amarelo, na proporção de 42,8%, 39,5% e 39,1% para os teores de vitexina, rutina e flavonóides totais, respectivamente. Os autores correlacionam tal fato a um mecanismo de defesa da planta durante seu desenvolvimento ontogênico normal, visto as folhas mais novas possuírem estrutura física macia, característica que pode fazê-las atrativas aos ataques de herbívoros.

As plantas de maracujazeiro doce adubadas apenas com esterco bovino apresentaram as menores reduções dos teores de vitexina durante os estádios de desenvolvimento, da ordem de 27%, com as maiores reduções observadas em plantas submetidas ao fornecimento de esterco acrescido de uréia, 58%. Estes valores são inversamente proporcionais aos teores de nitrogênio foliar que apresentaram as maiores reduções em plantas submetidas apenas a esterco bovino (39,03%).

Os teores foliares de P e K do maracujazeiro doce foram mais elevados aos 147 DAS, diminuindo aos 188 DAS (Tabela 3). O aumento na produção de biomassa observada neste período provavelmente reduziu os teores destes nutrientes nas plantas. Variações nos teores foliares em diferentes estádios de desenvolvimento também foram observadas por Carvalho et al. (2001) em plantas de maracujazeiro amarelo em condições de campo submetidas a diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. Esses autores obtiveram, nas sete épocas de avaliação, teores entre 2,68-3,43 e de 23,5-35,5 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca para P e K, respectivamente.

Avaliando os efeitos de deficiência mineral de nutrientes na bioprodução de vitexina, Freitas et al. (2008) observaram teores variando de 1,17 a 3,45 g kg<sup>-1</sup> e de 10,3 a 30,7 g kg<sup>-1</sup> para P e K, respectivamente, na matéria seca foliar do maracujazeiro doce. Os menores valores foram obtidos de plantas submetidas à solução nutritiva com omissão do elemento em questão, apresentando estas plantas sintomas característicos de deficiência. Contudo, plantas deficientes



nestes nutrientes apresentaram aumentos nos teores de vitexina da ordem de 16% e 18%.

**Tabela 4.** Teores de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) na matéria seca de folhas do maracujazeiro doce em função das fontes nitrogenadas e estágio de desenvolvimento.

Fontes nitrogenadas	Nutrientes nas folhas (g kg <sup>-1</sup> de matéria seca)								
	P			K		Média a	Ca		Média
	147 DAS	188 DAS	Média	147 DAS	188 DAS		147 DAS	188 DAS	
Esterco	3,60	2,25	2,92a	24,0	14,9	19,5a	16,5	22,4	19,5 a
Esterco+Sulfato de amônio	3,14	1,92	2,53a	20,8	16,3	18,5a	16,0	18,5	17,2 ab
Esterco+Uréia	3,34	2,03	2,69a	23,5	18,1	20,8a	14,4	16,6	15,5 b
Esterco+Nitrato de amônio	2,93	2,03	2,48a	21,0	18,2	19,6a	16,0	19,4	17,7 ab
<b>Médias</b>	3,25 A	2,06 B	2,65	22,3 A	16,9 B	19,6	15,8	19,2A	17,5
<b>CV (%)</b>	18,6			11,6			12,3		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Teores adequados de nutrientes no maracujazeiro doce ainda não foram descritos na literatura, sendo comumente utilizados os valores descritos para o maracujazeiro amarelo. Contudo, levando-se em consideração o trabalho desenvolvido por Freitas et al. (2008), os teores minerais de P, K e Ca encontrados neste experimento estão acima daqueles observados pelos referidos autores em plantas de maracujazeiro doce com sintomas de deficiência mineral.

Os teores foliares de Ca foram, em todos os períodos de avaliação, bastante elevados, com os maiores valores observados aos 188 DAS (Tabela 3). Em relação às fontes nitrogenadas, os maiores teores de cálcio foram observados em plantas adubadas com esterco bovino, embora esses teores não sejam estatisticamente diferentes dos encontrados em plantas adubadas com esterco bovino acrescidas de sulfato de amônio e nitrato de amônio. O cálcio é um nutriente considerado imóvel na planta, atuando como elemento estrutural e regulatório, possuindo função na divisão e extensão celular e nos processos secretórios (Furlani, 2004). É importante ressaltar que, embora o cloreto de potássio fosse aplicado juntamente com a adubação nitrogenada, os teores de potássio diminuíram dos 147 aos 188 DAS. Este fato pode estar relacionado à maior absorção de cálcio pelas plantas, visto os sítios de ligação com os carregadores serem os mesmos para os dois nutrientes, ocorrendo, portanto inibição competitiva (Malavolta et al., 1997).

As fontes nitrogenadas empregadas apresentaram efeitos variados nos teores de Mg e Mn nas plantas nas diferentes épocas de avaliação (Tabela 4). Assim, aos 147 DAS os menores teores de Mg foram observados em plantas submetidas à fonte nitrogenada esterco acrescida de uréia. Porém, aos 188 DAS plantas deste tratamento não diferiram de plantas submetidas ao esterco acrescido de sulfato de amônio e nitrato de amônio. Importante ressaltar que aumentos nos teores de Mg e Mn foram observados aos 188 DAS para todas as fontes nitrogenadas empregadas. Contudo, teores de Mn observados neste experimento encontram-se abaixo daqueles obtidos por Freitas et al. (2008) em plantas de maracujazeiro doce .

**Tabela 5.** Teores de magnésio (Mg), zinco (Zn) e manganês (Mn) na matéria seca de folhas do maracujazeiro doce em função das fontes nitrogenadas e estádios de desenvolvimento.

Fontes nitrogenadas	Nutrientes na matéria seca foliar								
	Mg (g kg <sup>-1</sup> de MS)			Zn (mg kg <sup>-1</sup> de MS)			Mn (mg kg <sup>-1</sup> de MS)		
	147 DAS	188 DAS	Média	147 DAS	188 DAS	Média	147 DAS	188 DAS	Média
Esterco	6,29 Ba	8,87 Aa	7,58	23,6 Aa	15,9 Bd	19,7	12,76 Ba	28,2 Ac	20,5
Esterco + Sulfato de amônio	6,03 Aa	6,17 Ab	6,10	24,7 Ba	43,1 Aa	33,9	18,00 Ba	136,9 Aa	77,4
Esterco+Uréia	5,16 Ba	6,30 Ab	5,73	21,8 Aa	23,5 Ac	22,7	12,86 Ba	36,1 Ac	24,5
Esterco + Nitrato de amônio	6,10 Aa	6,91 Ab	6,50	22,4 Ba	31,2 Ab	26,8	17,52 Ba	74,2 Ab	45,9
<b>Médias</b>	5,90	7,06		23,1	28,4		15,28	68,9	
<b>CV (%)</b>		9,81			10,57			22,07	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Para o Zn apenas plantas submetidas ao esterco bovino como fonte nitrogenada apresentaram redução nos teores foliares, encontrando-se fora da faixa considerada adequada por Freitas et al. (2008). Dentre os micronutrientes, o zinco é o elemento cujos sintomas de deficiência são mais freqüentemente observados, devido às suas concentrações pequenas na litosfera. Do total do zinco existente no solo, apenas uma pequena parte se encontra disponível, sendo esta disponibilidade influenciada por fatores como sua concentração, pH e o teor de matéria orgânica do solo. Teores de pH mais elevados promovem a formação de compostos insolúveis inibindo a absorção deste nutriente (Malavolta et al., 1997). Portanto, pode-se inferir que os adubos minerais empregados (sulfato de amônio, uréia e nitrato de amônio) promoveram possivelmente pH mais ácidos em

relação ao meio em que foi empregado apenas o esterco, promovendo a absorção do zinco pelas plantas.

Para os teores foliares de Zn e Mn aos 147 DAS não foram constatadas diferenças significativas entre as fontes nitrogenadas empregadas. Entretanto, aos 188 DAS plantas adubadas com esterco acrescidas de sulfato de amônio apresentaram os maiores teores destes nutrientes. Os teores foliares mais elevados observados em plantas submetidas à adubação com esterco acrescido de sulfato de amônio podem estar relacionados à presença do enxofre neste adubo, favorecendo a acidificação da rizosfera e promovendo a maior absorção do zinco.

Os teores foliares de Fe não foram influenciados significativamente pelas fontes de nitrogênio e épocas de avaliação, sendo observados neste experimento teores superiores aos descritos por Freitas et al. (2008). Contudo, os teores de Cu apresentaram efeitos de épocas de avaliação e fontes nitrogenadas, apresentando os maiores teores em plantas submetidas à fonte nitrogenada esterco acrescida de sulfato de amônio e nitrato de amônio (Tabela 6).

**Tabela 6.** Teores de ferro (Fe) e cobre (Cu) na matéria seca de folhas do maracujazeiro doce em função das fontes nitrogenadas e estádios de desenvolvimento.

Fontes nitrogenadas	Teor de nutrientes (mg. kg <sup>-1</sup> de matéria seca)					
	Fe			Cu		
	147 DAS	188 DAS	Média	147 DAS	188 DAS	Média
Esterco	97,4	120,1	108,8a	6,62	4,32	5,47 c
Esterco+Sulfato de amônio	114,4	118,4	116,4a	7,65	5,79	6,72 a
Esterco+Uréia	139,1	122,3	130,9a	6,34	5,13	5,74 bc
Esterco+Nitrato de amônio	124,8	112,9	118,9a	7,52	5,49	6,51 ab
<b>Médias</b>	118,9 A	118,5 A		7,03 A	5,18 B	
<b>CV (%)</b>		16,73			10,61	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

O nitrogênio na forma amoniacal formado pela aplicação da uréia, do sulfato de amônio ou nitrato de amônio ao ser absorvido pela planta promove a acidificação da rizosfera. Neste aspecto a sua utilização pode ser avaliada como vantagem, pela possibilidade de aumentar a eficiência na utilização de

micronutrientes metálicos, como o Fe e o Cu, cuja disponibilidade é influenciada pela diminuição do pH (Malavolta et al., 1997).

## CONCLUSÃO

- A suplementação da adubação com fertilizantes minerais promoveu aumento de biomassa, maiores áreas foliares e maiores teores de nitrogênio foliar, apresentando menores teores foliares de vitexina;
- Os teores foliares dos nutrientes variaram entre os estádios de desenvolvimento, principalmente para os nutrientes P, K, Ca e Cu;
- Maiores teores foliares de zinco e manganês foram obtidos aos 188 dias após semeadura em plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIAZZI, N.; DESCHAMPS, C. Análise de crescimento de duas cultivares de cevada após tratamentos com elicitores e fungicidas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1065 -1071, 2006.

ALVAREZ, R. de C.F.; RODRIGUES, J.D.; MARUBAYASHI, O.M.; ALVAREZ, A.C.C.; CRUSCIOL, C.A.C. Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.4, p.611-616, 2005.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas** (Noções Básicas). 2ª Ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

CARVALHO, A.J.C.de; MARTINS, D.P.; MONNERAT, P.H.; BERNARDO, S.; SILVA, J.A.da. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo

- associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.403-408, 2001.
- COLLAMER, D.J.; GEARHART, M.; MONESMITH, F.L., RESINS, H.; HOPEWELL, C.; CRUZ, A.P.; SPOLIDORIO, E.S. Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. 3. Sulfato de amônio. **Informações Agronômicas**, n.120, p.7-8, 2007.
- COSTA, A.de F.S.da; COSTA, A.N.da; VENTURA, J.A.; FANTON, C.J.; LIMA, I.de M.; CAETANO, L.C.S.; SANTANA, E.N.de. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56 p. (Incaper. Documentos, 162).
- CUNHA, M.A.P.da; BARBOSA, L.V.; FARIA, G.A. Botânica. In: **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.15-35, 2004.
- FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21. n.3. p.468-473, 2003.
- FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; VIEIRA, I.J.C. Mineral deficiency in *Passiflora alata* Curtis: vitexin bioproduction. **Journal of Plant Nutrition**, v.31, n.10, p.1844-1854, 2008.
- FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; VIEIRA, I.J.C.; CARVALHO, A.J.C.de. Flavonóides e composição mineral de folhas de maracujazeiro amarelo em função da posição da folha no ramo. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1634-1639, 2007.
- FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: Kerbauy, G.B. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, p.40-75, 2004.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 1965.
- LAPA, F.S. ***Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT.: Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos**. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, SC. 59 p., 2006.
- LIMA, J.F.de; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1358-1363, 2007.

- LOU, Y.; BALDWIN, I.T. Nitrogen supply influences herbivore-induced direct and indirect defenses and transcriptional responses in *Nicotiana attenuata*. **Plant Physiology**, v.135, p.496-506, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 Ed. San Diego: Academic Press Limited, 1995. 889 p.
- MELETTI, L.M.M.; BERNACCI, L.C.; SOARES-SCOTT, M.D.; AZEVEDO FILHO, J.A.de; MARTINS, A.L.M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.275-278, 2003.
- MÜLLER, S.D. **Determinação de alcalóides e flavonóides através de CLAE e UV de extratos de *Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae – Maracujá doce**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 2006. 88 f. (Dissertação Mestrado).
- NOGUEIRA, O.L.; CONCEIÇÃO, H.E.O.da. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzea do estuário Amazônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2167-2173, 2000.
- PARIS, F. de, PETRY, R.D., REGINATTO, F.H., GOSMANN, G., QUEVEDO, J. SALQUEIRO, J.B., KAPCZINSKI, F. ORTEGA, G.G., SCHENKEL, E.P. Pharmacochemical study of aqueous extracts os *Passiflora alata* Drynder and *Passiflora edulis* Sims. **Acta Farm. Bonaerense**, v.21, n.1, p.5-8, 2002.
- PEREIRA, C.A.M.; YARIWAKE, J.H.; LANÇAS, F.M.; WAUTERS, J.N.; TITS, M.; ANGENOT, L. HPTLC densitometric determination of flavonoids and microscopic analysis of *Passiflora* leaves. **Phytochemical Analysis**, 15(4):241-248, 2004
- URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.e. Informações recentes para otimização da produção agrícola. **Informações Agronômicas**, n.117, 2007.

### **3.2. ARTIGO Nº 2**

#### **Crescimento, desenvolvimento, medida indireta da clorofila, teores de vitexina e nutrientes no maracujazeiro amarelo submetidos à adubação com fontes nitrogenadas**

#### **RESUMO**

Um experimento foi realizado em Campos dos Goytacazes para avaliar efeito de fontes de fertilizantes nitrogenados no crescimento, desenvolvimento, teores de vitexina, clorofila e nutrientes minerais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro fontes de nitrogênio (esterco; esterco+sulfato de amônio; esterco+uréia; esterco+nitrato de amônio) e quatro repetições. A adubação suplementar com fertilizantes minerais, sulfato de amônio, uréia e nitrato de amônio, resultou em maiores concentrações de nitrogênio foliar, índice SPAD, aumento no crescimento e desenvolvimento de plantas de maracujazeiro amarelo, reduzindo, no entanto, os teores foliares de vitexina. Os teores foliares dos nutrientes encontram-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura, com exceção do enxofre que apresentou maiores teores em plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio e Cu e Zn que estavam abaixo da faixa considerada adequada.

**Termos para indexação:** *Passiflora edulis* Sims., nitrogênio, Índice SPAD, flavonóides.

## ABSTRACT

### **Growth, development, indirect measure of the chlorophyll, vitexine contents and nutritious in the yellow passion fruit plant submitted to fertilization with nitrogen sources**

An experiment was accomplished in Campos dos Goytacazes to evaluate the effect of sources of nitrogen fertilizers in the growth, development, vitexine contents, chlorophyll and mineral nutrients. It was used complete block design with four sources of nitrogen (I manure; manure + ammonium sulfate; manure + urea; manure + ammonium nitrate) and four repetitions. The supplemental manuring with mineral fertilizers, sulfate of ammonium, urea and nitrate of ammonium, resulted in larger concentrations of foliate nitrogen, index SPAD, increase in the growth and development of plants of yellow passion fruit plant, reducing, however, the foliate contents of vitexine. The foliate contents of the nutrients inside of the strip were considered appropriate for the culture, except for the sulfur that presented larger contents in plants fertilized with added manure of sulfate of ammonium and Cu and Zn that were below the strip considered appropriate.

**We have for indexation:** *Passiflora edulis* Sims., nitrogen, Indices SPAD, flavonoids.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* Sims) possui expressiva importância econômica entre as frutíferas comercializadas devido ao aproveitamento total do fruto, onde a polpa se presta para o consumo *in natura* e



industrial, as cascas servem de ração ou como adubo orgânico e das sementes pode-se proceder à extração de óleo (Costa et al., 2008). Além disso, suas folhas são amplamente empregadas por seus efeitos no sistema nervoso central, existindo no Brasil 147 produtos registrados no Ministério da Saúde contendo *P. alata*, *P. edulis* e *P. incarnata* como componente único ou em associação (Rudnicki, 2005), sendo os principais constituintes químicos os flavonóides: vitexina, isovitexina, rutina e orientina (Paris et al., 2002; Pereira e Vilegas, 2000).

O nitrogênio é um nutriente importante para o metabolismo vegetal, pois constitui componentes fundamentais como ácidos nucléicos e proteínas (Taiz e Zeiger, 2004). Sua deficiência pode reduzir o potencial produtivo da cultura, já que podem ocorrer reduções significativas na taxa de formação e expansão foliar e na taxa assimilatória líquida por unidade de área (Cruz et al., 2007). A uréia responde por cerca de 60% dos fertilizantes nitrogenados comercializados, possuindo, contudo, a desvantagem de altas perdas do nitrogênio por volatilização. Assim, outros fertilizantes são empregados visando reduzir estas perdas, tais como o sulfato de amônio e nitrato de amônio que, aplicados nos solos ácidos predominantes do Brasil, tendem a manter a maior parte do N na forma  $\text{NH}_4^+$ , que é estável (Cantarella, 2007).

A avaliação do nitrogênio na planta em tempo real vem sendo obtida através da intensidade do verde das folhas devido ao fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de nitrogênio na folha. O medidor portátil de clorofila apresenta facilidade de operação, permite avaliações *in situ*, além da obtenção do índice de forma rápida e com baixo custo (Gil et al., 2002).

Embora os metabólitos secundários sejam controlados geneticamente, o ambiente de crescimento da planta, principalmente a nutrição mineral, pode influenciar na produção desses metabólitos, muitos deles com potencial medicinal. Uma correlação bem estabelecida é que menores quantidades de compostos fenólicos são produzidos em condições de fornecimento abundante de nitrogênio (Gobbo-Neto e Lopes, 2007). Entretanto, com alteração no regime nutricional, as espécies costumam mostrar alterações morfofisiológicas para maximizar o ganho de massa seca nas novas condições (Lapa, 2006).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes nitrogenadas sobre o crescimento, desenvolvimento, teores de

vitexina, clorofila (Índice SPAD) e de nutrientes minerais nas folhas do maracujazeiro amarelo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes-RJ, durante o período de julho de 2007 a outubro de 2008.

Foram utilizadas sementes da progênie 29/04 obtidas do banco ativo de germoplasma da UENF, semeadas em bandejas contendo substrato comercial (Plantmax), recebendo cada célula apenas uma semente. Após atingirem cinco centímetros de altura, seis plântulas foram transplantadas para caixas de 47 L que continham uma mistura de solo: areia: esterco na proporção de 3:1:1. A análise química do substrato foi realizada na fase de implantação do experimento e apresentou as seguintes características: pH (H<sub>2</sub>O)=6,39; P=66 mg dm<sup>-3</sup>; Fe=259 mg dm<sup>-3</sup>; Cu=6,58 mg dm<sup>-3</sup>; Zn=39,6 mg dm<sup>-3</sup>; Mn=31,4 mg dm<sup>-3</sup>; S-SO<sub>4</sub>=38 mg dm<sup>-3</sup>; B=0,49 mg dm<sup>-3</sup>; K=1,08 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca=46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 37,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al= 0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 18,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na= 1,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 95,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C=16,2 g dm<sup>-3</sup>, MO=27,9 g dm<sup>-3</sup>.

O desbaste foi realizado aos 104 dias após a semeadura, quando as plantas atingiram 20 cm de altura, deixando-se duas plantas por caixa. Neste momento foi realizada a primeira adubação com o equivalente a 5 g de nitrogênio por fonte utilizada. As demais adubações, realizadas mensalmente, empregaram 10 g de nitrogênio nas suas diferentes fontes e 10 g de Cloreto de potássio, totalizando, ao final do experimento, 45 g de nitrogênio e 40 g de Cloreto de potássio. Os adubos foram adicionados em cobertura, formando um círculo distante do colo da planta, e cobertos com uma camada de substrato, sendo o substrato posteriormente irrigado.

As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeira vertical com dois fios de arame. A partir dos 104 dias após semeadura iniciou-se as medições, a cada quinze dias, das variáveis crescimento da planta, diâmetro do caule, folhas

acumuladas e folhas emitidas. O crescimento foi determinado através de trena milimetrada somando-se os valores obtidos para os ramos primário, secundário e terciário e, o diâmetro do caule foi determinado a 20 cm de altura do substrato por meio de paquímetro digital. Os valores de folhas acumuladas e folhas emitidas foram obtidos através do somatório de todas as folhas dos ramos primário, secundário e terciário e das folhas que foram emitidas em cada época de avaliação, respectivamente.

Também foram coletados dados da fisiologia da planta ao longo do desenvolvimento até os 230 dias após semeadura. As variáveis analisadas foram comprimento total de ramos no desbaste do primeiro ramo terciário, obtidas através do somatório do comprimento dos ramos primário, secundário e terciário; número de ramos terciários no desbaste do primeiro ramo terciário, número de folhas no desbaste do ramo primário, secundário e terciário; número total de folhas no desbaste do ramo secundário e terciário. Estes dados foram obtidos através de contagem das estruturas citadas.

O teor de clorofila (Índice SPAD) foi obtido, indiretamente, aos 242 dias após semeadura, no horário das 7 às 10 horas da manhã, na 4ª folha totalmente expandida do ramo terciário, utilizando o medidor portátil de clorofila modelo SPAD-502 (Minolta, Japão). Posteriormente, as folhas foram coletadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório para avaliação da área foliar através do medidor de área foliar de bancada modelo LI-3100 (LI-COR, Lincoln, NE, USA).

Para obtenção do peso da massa seca, as folhas foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 45° C, durante 72 horas, sendo então pesadas. O material seco foi triturado em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Os teores minerais analisados foram: nitrogênio orgânico ( $N_{org}$ ), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), de acordo com as metodologias descritas por Jackson (1965) e Malavolta et al. (1997).

A avaliação do flavonóide vitexina foi realizada em quatro etapas, segundo metodologia de Pereira et al. (2004) com modificações de Freitas et al. (2008). Primeiramente, 1 g de folhas do maracujazeiro amarelo, seca e moída, foi submetido à extração com 10 mL de metanol em agitador, durante 24 horas, à

temperatura ambiente. Após esse período, os extratos foram filtrados, utilizando-se papel de filtro de filtração rápida. O extrato recolhido em béquer de 50 mL foi colocado em capela de exaustão para evaporação total do metanol, obtendo-se o extrato concentrado. Na segunda etapa, o extrato concentrado foi diluído com 2 mL de metanol:água na proporção de 2:1 e introduzido em cartucho Sep-Pak (Waters), com fase estacionária C-18 e eluído seqüencialmente com os seguintes solventes: a) 10 mL de metanol 60%, para a eluição completa dos flavonóides, b) 5 mL de metanol 80% e c) 25 mL de metanol puro, para a limpeza do cartucho.

Na terceira etapa o extrato eluído na fração metanol 60%, recolhido em béquer de 50 mL, previamente seco e pesado, foi colocado em banho de areia a 50 °C, em capela de exaustão, para total evaporação do metanol e da água. Após esse procedimento, o béquer, com o material seco, foi pesado. Por fim, esses extratos pesados foram diluídos com 8 mL de metanol: água na proporção 2:1 e injetados 30 µL em cromatógrafo líquido Shimadzu equipado com coluna C-18. As condições cromatográficas foram: fluxo de 0,8 mL, fase móvel constituída por solvente A (ácido fórmico 2%) e solvente B (acetonitrila), gradiente de eluição: 0-10 minutos 15% de B em A, 10-40 minutos, 15-30% de B em A e de 40-45 minutos 30-15% de B em A. Entre as injeções de cada amostra a coluna foi reequilibrada por 10 minutos.

A análise quantitativa do flavonóide vitexina foi efetuada a partir do método do padrão externo, empregando vitexina da marca Fluka® como referência, sendo realizada a curva padrão. A solução padrão foi preparada em metanol e injetada na mesma condição das amostras, obtendo-se as respectivas áreas. Com as áreas e as concentrações foram empregadas equações, do tipo  $y = a + bx$ , onde  $y$  = concentração e  $x$  = área. As áreas das amostras foram introduzidas nessa equação e obtidas as respectivas concentrações em  $\text{mg mL}^{-1}$  e, ao final, multiplicado por 8, para obter as concentrações de vitexina em mg por grama de massa seca.

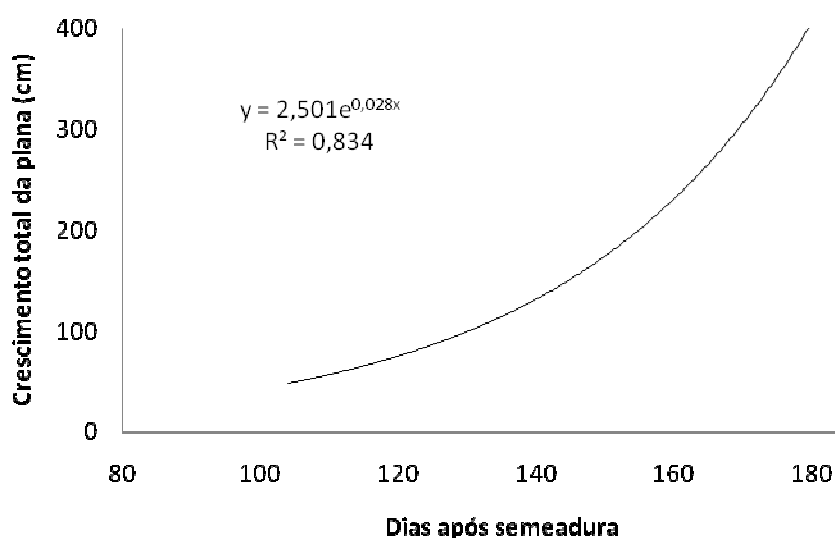
O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com quatro fontes de nitrogênio (esterco bovino, esterco+sulfato de amônio, esterco+nitrato de amônio e esterco+uréia) e quatro repetições. Empregou-se, para avaliação do crescimento e desenvolvimento, o esquema fatorial 4x4, quatro fontes de nitrogênio (esterco bovino, esterco+sulfato de amônio, esterco+nitrato

de amônio e esterco+uréia) e quatro idades da planta (104, 135, 168 e 182 dias após semeadura), com quatro repetições.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

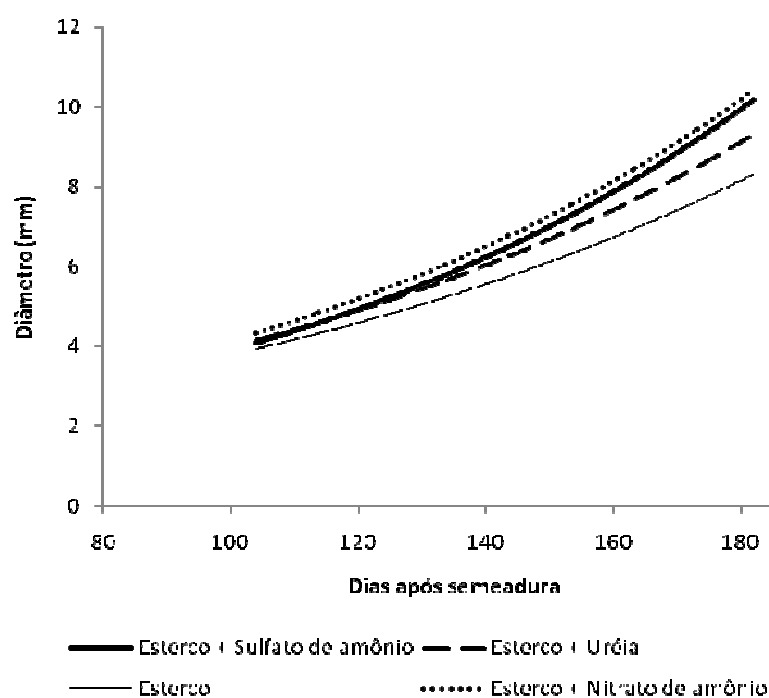
O crescimento do maracujazeiro amarelo, dos 104 aos 182 dias após semeadura encontra-se representado na Figura 1. Verificou-se efeito das épocas de avaliação sobre esta variável, não sendo observado efeito das fontes nitrogenadas empregadas. Os acúmulos de fitomassa se processaram continuamente no maracujazeiro amarelo, independente da fonte nitrogenada empregada, fato também observado para mamoeiro por Lima et al. (2007).



**Figura 1.** Crescimento total da planta de maracujazeiro amarelo submetido a diferentes fontes nitrogenadas até os 182 dias após a semeadura.

Houve efeito significativo da interação entre fontes nitrogenadas e épocas de avaliação para as variáveis diâmetro do caule, folhas acumuladas e folhas emitidas (Figuras 2, 3 e 4). Observou-se aumento do diâmetro do caule das

plantas submetidas à adubação com esterco bovino acrescido de outra fonte nitrogenada a partir dos 104 dias após semeadura. Plantas submetidas à adubação com esterco acrescido de nitrato de amônio apresentaram os maiores valores de diâmetro do caule, 4,19 a 10,09 mm, enquanto os menores diâmetros, 3,65 a 7,96 mm, foram obtidos em plantas submetidas à adubação somente com esterco bovino, em todas as épocas de avaliação. No entanto, pode-se verificar aumento do diâmetro em todas as fontes nitrogenadas empregadas durante o período de avaliação, com menor ou maior amplitude, dependendo da fonte utilizada (Figura 2).

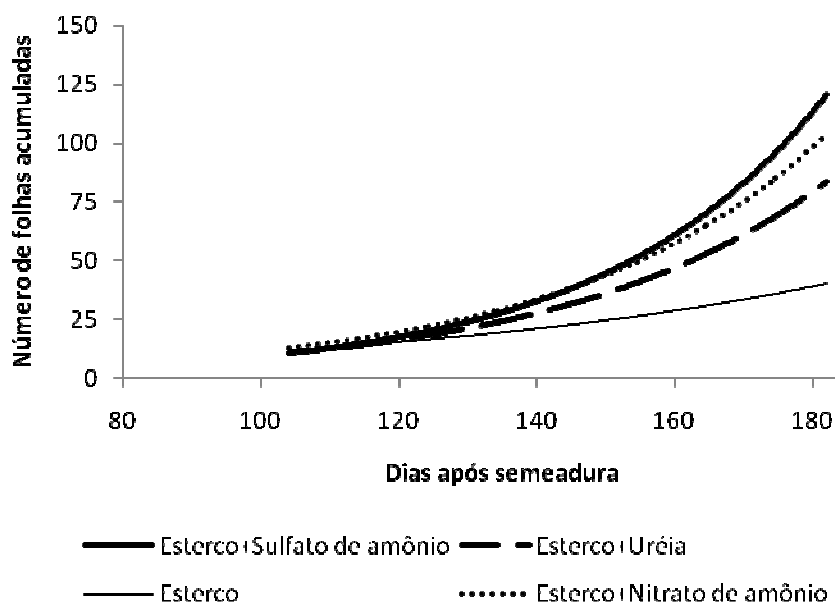


**Figura 2.** Diâmetro do caule do maracujazeiro amarelo submetido a diferentes fontes nitrogenadas e épocas de avaliação.

**Tabela 1.** Equações obtidas através da análise de regressão para a variável diâmetro do caule em maracujazeiro amarelo, submetido a diferentes fontes nitrogenadas e épocas de avaliação

Fontes de nitrogênio	Modelos	Equações	R <sup>2</sup>
Esterco bovino	Exponencial	$Y_{\text{esterco}} = 1,454 e^{0,009x}$	0,93**
Esterco+Sulfato de amônio	Exponencial	$Y_{\text{esterco+sulfato de amônio}} = 1,213 e^{0,011x}$	0,99**
Esterco+Nitrato de amônio	Exponencial	$Y_{\text{esterco+ nitrato de amônio}} = 1,348 e^{0,011x}$	0,99**
Esterco+Uréia	Exponencial	$Y_{\text{esterco+ uréia}} = 1,413 e^{0,010x}$	0,99**

Em relação ao número de folhas acumuladas, observou-se que aos 104 dias após semeadura as plantas apresentavam praticamente a mesma quantidade de folhas acumuladas em seus ramos, começando a apresentar diferenças a partir dos 135 dias após semeadura. Em geral, plantas submetidas à adubação com esterco bovino acrescido de outra fonte nitrogenada apresentaram os maiores valores (Figura 3).

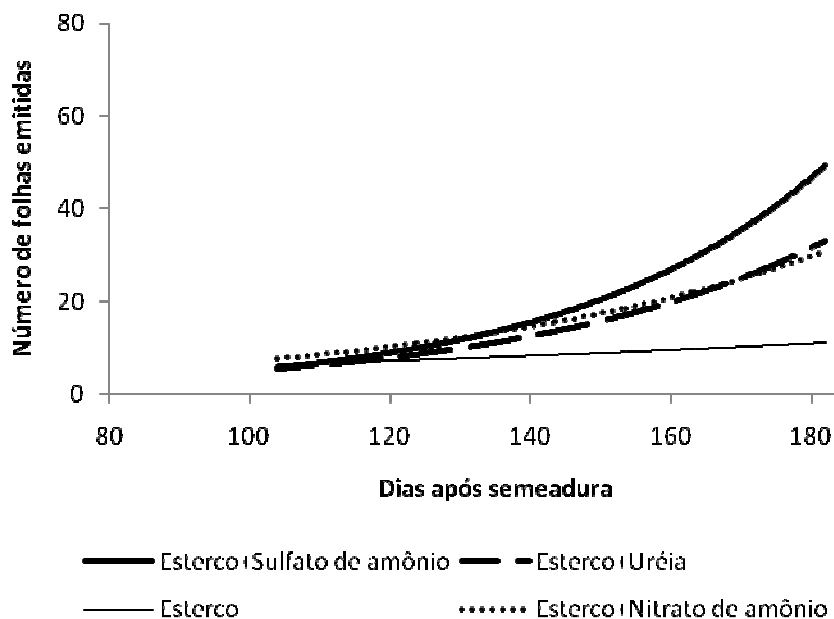


**Figura 3.** Número de folhas acumuladas no maracujazeiro amarelo submetido a diferentes fontes nitrogenadas e épocas de avaliação.

**Tabela 2.** Equações obtidas através da análise de regressão para a variável número de folhas acumuladas em maracujazeiro amarelo, submetido a diferentes fontes nitrogenadas e épocas de avaliação

Fontes de nitrogênio	Modelos)	Equações	R <sup>2</sup>
Esterco bovino	Exponencial	$Y_{\text{esterco}} = 2,548 e^{0,015x}$	0,97*
Esterco+Sulfato de amônio	Exponencial	$Y_{\text{esterco+sulfato de amônio}} = 0,431 e^{0,031x}$	0,96**
Esterco+Nitrato de amônio	Exponencial	$Y_{\text{esterco+ nitrato de amônio}} = 0,781 e^{0,026x}$	0,98**
Esterco+Uréia	Exponencial	$Y_{\text{esterco+ uréia}} = 0,733 e^{0,026x}$	0,99**

Quanto ao número de folhas emitidas, observou-se a mesma tendência apresentada em folhas acumuladas, com maiores valores verificados em plantas submetidas à adubação com esterco acrescido de outra fonte nitrogenada (Figura 4).



**Figura 4.** Número de folhas emitidas no maracujazeiro amarelo submetido a diferentes fontes nitrogenadas e épocas de avaliação.

**Tabela 3.** Equações obtidas através da análise de regressão para a variável número de folhas emitidas em maracujazeiro amarelo, submetido a diferentes fontes nitrogenadas e épocas de avaliação

Fontes de nitrogênio	Modelos)	Equações	R <sup>2</sup>
Esterco bovino	Exponencial	$Y_{\text{esterco}} = 2,997 e^{0,007x}$	0,404
Esterco+Sulfato de amônio	Exponencial	$Y_{\text{esterco+sulfato de amônio}} = 0,319 e^{0,027x}$	0,770
Esterco+Nitrato de amônio	Exponencial	$Y_{\text{esterco+ nitrato de amônio}} = 1,200 e^{0,017x}$	0,568
Esterco+Uréia	Exponencial	$Y_{\text{esterco+ uréia}} = 0,472 e^{0,023x}$	0,797

Tanto para folhas acumuladas como para folhas emitidas a adubação das plantas com esterco acrescido de sulfato de amônio proporcionou os melhores resultados. Este fato pode estar relacionado ao aumento da disponibilidade e melhoria da absorção dos nutrientes no solo, influenciando a emissão e a manutenção das folhas nas plantas.

Os menores valores de diâmetro, folhas acumuladas e folhas emitidas observados em plantas submetidas apenas à adubação com esterco bovino podem estar relacionados à disponibilidade do nitrogênio para as plantas, sendo estas dependentes da taxa de mineralização da matéria orgânica, que vai depender da quantidade de nitrogênio imobilizado disponível na mesma, da



temperatura, da umidade, do pH e da aeração do solo, das perdas do nitrogênio por lixiviação e da relação carbono:nitrogênio do material (Ferreira et al., 2003).

O nitrogênio possui função estrutural na planta, sendo fundamental para o crescimento vegetativo e produção, estimulando o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas. Marchal et al. (1978) verificaram que o nitrogênio foi o nutriente que mais afetou a produção de massa vegetativa no maracujazeiro amarelo, seguido do Mg e do K. Freitas (2006) descreveu os sintomas de deficiência de nitrogênio em plantas de maracujazeiro doce, caracterizando-os por clorose generalizada e queda prematura das folhas, com produção de ramos finos, flores com coloração vermelho-clara e frutos com coloração amarelo-clara e aspecto translúcido. Portanto, pode-se inferir que plantas submetidas à adubação somente com esterco bovino não se encontravam corretamente supridas em nitrogênio.

No momento da poda do primeiro ramo terciário realizou-se a medição de todos os ramos e a contagem do número de ramos terciários, não tendo sido verificado efeito significativo das fontes nitrogenadas nestas variáveis (Tabela 4). É importante ressaltar que a poda foi realizada a 20 cm da superfície do solo e que as plantas atingiram este comprimento em diferentes épocas. Assim, os ramos terciários de plantas submetidas à adubação com esterco acrescidas de sulfato de amônio foram podadas primeiro (182 dias após semeadura), seguido de plantas submetidas à adubação com esterco acrescido de nitrato de amônio e de uréia (196 dias após semeadura). Plantas submetidas à adubação somente com esterco tiveram seu ramo terciário podado aos 245 dias após semeadura. Contudo, no momento da poda do ramo terciário, as plantas de maracujazeiro submetidas às suas diferentes fontes se equipararam atingindo valores médios de 336,81 cm e 14, respectivamente.

**Tabela 4.** Dados médios do comprimento total de ramos e número de ramos terciários, na poda do primeiro ramo terciário, em maracujazeiro amarelo, submetido a diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de nitrogênio	Comprimento total de ramos (cm)	Número de ramos terciários
Esterco bovino	346 a	12,5 a
Esterco+Sulfato de amônio	320 a	14,5 a
Esterco+Nitrato de amônio	334 a	12,5 a
Esterco+Uréia	345 a	17,2 a
<b>Médias</b>	336	14, 2
<b>CV (%)</b>	6,6	19,3

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey em nível de 5% de probabilidade

O número de folhas presentes no ramo primário e o peso seco de uma folha (4ª folha totalmente expandida do ramo terciário) não apresentaram diferença significativa entre as fontes nitrogenadas empregadas, encontrando valores médios de 19,6 cm e 0,40 g, respectivamente (Tabela 5). No entanto, as fontes nitrogenadas influenciaram o número de folhas presentes no ramo secundário e terciário e o número total de folhas nos ramos secundário e terciário. Os menores valores para estas variáveis foram observados em plantas adubadas com esterco bovino. Um dos aspectos morfológicos do maracujazeiro relaciona-se à presença de uma gema vegetativa e uma reprodutiva na axila das folhas (Cunha et al., 2004). Logo, a menor quantidade de folhas emitidas nos ramos secundário e terciário poderá comprometer a produção, devido à menor emissão de ramos produtivos e flores.

**Tabela 5.** Dados médios do número de folhas presentes no ramo primário, secundário e terciário no momento da poda dos respectivos ramos e número total de folhas no desbaste do ramo secundário e terciário, em maracujazeiro amarelo, submetido a diferentes fontes nitrogenadas

Fontes nitrogenadas	Número de folhas			Número total de folhas		Peso seco (g)
	Primário	Secundário	Terciário	Secundário	Terciário	
Esterco bovino	17,4 a	14,0 b	10,4 c	28,6 b	35,0 b	0,39 a
Esterco+Sulfato de amônio	21,7 a	25,4 a	81,7 a	38,9 ab	121,0 a	0,39 a
Esterco+Nitrato de amônio	20,0 a	25,6 a	58,4 b	40,9 a	97,1 a	0,47 a
Esterco+Uréia	19,4 a	25,0 a	78,6 ab	40,2 a	119,9 a	0,36 a
<b>Médias</b>	19,6	22,5	57,3	37,2	93,2	0,40
<b>CV (%)</b>	11,8	19,0	17,9	13,7	13,1	22,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey em nível de 5% de probabilidade

A adubação influencia o vigor das plantas de maracujazeiro amarelo. De acordo com Cruz et al. (2006), a carência de nitrogênio em plantas de maracujazeiro retardam o crescimento da planta, reduzem seu porte, apresentando ramos finos e em menor número, reduzindo significativamente na taxa de formação e expansão foliar e a taxa assimilatória líquida por unidade de área.

As medidas do clorofilômetro (Índice SPAD), teores de vitexina, nitrogênio foliar e área foliar foram afetados significativamente pelas fontes da adubação nitrogenada, entretanto não foi observado influência dos tratamentos para a variável peso seco de folha (Tabela 6).

**Tabela 6.** Índice SPAD, teores de vitexina e nitrogênio, área foliar e peso seco de folhas do maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de nitrogênio	Índice SPAD	Vitexina	N	Área foliar	Peso seco da folha
		mg g <sup>-1</sup> matéria seca	g kg <sup>-1</sup> de matéria seca	cm <sup>2</sup>	g
Esterco bovino	36,5 b	2,24 a	32,7 b	73,4 b	0,39 a
Esterco + Sulfato de amônio	52,0 a	1,74 b	46,5 a	83,1 ab	0,39 a
Esterco + Nitrato de amônio	51,1 a	1,83 b	48,9 a	93,2 a	0,47 a
Esterco + Uréia	50,9 a	2,01 ab	46,2 a	75,4 ab	0,36 a
<b>Médias</b>	47,7	1,96	43,6	81,3	0,40
<b>CV (%)</b>	7,56	9,72	11,5	10,2	16,7

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey em nível de 5% de probabilidade

O menor índice SPAD (36,5 unidades SPAD) em folhas do maracujazeiro amarelo foi observado nos tratamentos submetidos somente à adubação com esterco bovino. O teor de nitrogênio foliar, assim como o índice SPAD, também apresentou os menores valores (32,75 g kg<sup>-1</sup> matéria seca) em plantas adubadas apenas com esterco bovino, não sendo observada diferença entre as demais fontes nitrogenadas empregadas.

Na região Norte Fluminense, Carvalho et al. (2002) obtiveram teores de nitrogênio foliar variando de 40,8-58,1 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca em plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à adubação com 250 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio associado a uma lâmina de irrigação igual a 1293 mm. Nessa mesma região Fontes (2005) obteve, em maracujazeiro amarelo, teores de nitrogênio foliar variando de 49,1 a 60 g kg<sup>-1</sup> matéria seca, sendo os maiores teores obtidos

de plantas fertirrigadas no período de maio e outubro de 2003. Teores de nitrogênio foliar variando de 44,2-52,4 g kg<sup>-1</sup> matéria seca, foram observados em plantas de maracujazeiro amarelo consorciadas com coqueiro anão verde no município de São Francisco do Itabapoana, em diferentes épocas de amostragem (Rosa et al., 2006).

Os teores de nitrogênio foliar observados neste experimento para plantas adubadas com esterco acrescidas de outra fonte nitrogenada encontram-se dentro das faixas consideradas adequadas por Carvalho et al. (2002), Fontes (2005) e Rosa et al. (2006). Contudo, plantas submetidas apenas à adubação com esterco bovino apresentaram valores inferiores aos preconizados por estes autores. Em Campos dos Goytacazes, Pires (2007) verificou que a farinha de ossos e carne foi o único adubo orgânico que não diferiu da adubação mineral quanto ao teor foliar de nitrogênio no maracujazeiro amarelo, apresentando 48,6 g kg<sup>-1</sup> de nitrogênio em comparação a 51,7 g kg<sup>-1</sup> de nitrogênio, relacionando este fato à composição química do composto orgânico.

Diversos autores relatam a correlação positiva entre os valores obtidos com o clorofilômetro e o nitrogênio foliar. Neves et al. (2005) obtiveram, em algodoeiro herbáceo, um coeficiente de determinação de 0,99 ao correlacionar os teores de nitrogênio foliar e a leitura obtida pelo SPAD. Jesus e Marengo (2008) obtiveram o maior coeficiente de determinação ( $r^2=0,92$ ) em plantas de araçá-boi. Estes resultados evidenciam que as leituras efetuadas pelo equipamento podem substituir, com boa precisão, os teores de nitrogênio foliar determinados laboratorialmente.

Plantas submetidas à adubação somente com esterco bovino apresentaram os maiores teores de vitexina, 2,24 mg g<sup>-1</sup> matéria seca, contudo, não diferindo de plantas submetidas à adubação com esterco bovino acrescido de nitrato de amônio e uréia, 1,83 e 2,01 mg g<sup>-1</sup> matéria seca, respectivamente. No entanto, percentualmente, os teores de vitexina em plantas submetidas apenas ao esterco bovino foram 18,3% e 10,2% superiores que em plantas adubadas com esterco acrescidos de nitrato de amônio e uréia. Freitas et al. (2007) obtiveram teores de vitexina variando de 1,33-0,75 mg g<sup>-1</sup> matéria seca, com os maiores e menores teores observados em folhas mais novas e velhas do maracujazeiro amarelo, respectivamente. Em experimento realizado com maracujazeiro doce em solução nutritiva, Freitas et al. (2008) constataram maiores teores de vitexina

(8,14 mg g<sup>-1</sup> matéria seca) quando estas encontravam-se deficientes em nitrogênio, enquanto plantas supridas adequadamente apresentaram teores de vitexina de 5,57 mg g<sup>-1</sup> matéria seca. O baixo fornecimento de nitrogênio também resultou em menores concentrações de ácido clorogênico, rutina e glicosídeos diterpênicos (DTGs) em plantas de *Nicotiana attenuata*, sendo observada também redução de biomassa (Lou e Baldwin, 2004). Portanto, pode-se inferir que a deficiência de nitrogênio nas plantas submetidas à adubação somente com esterco bovino diminuiu os teores foliares de nitrogênio e aumentou os teores foliares de vitexina.

Menor área foliar foi constatada em plantas de maracujazeiro amarelo sob adubação somente com esterco bovino, não diferindo estatisticamente de plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio e uréia. Contudo, diminuição na área foliar tem sido considerada um dos efeitos mais significativos da deficiência de nitrogênio, demonstrando que a redução aqui observada, cerca de 21,31% em relação às plantas que apresentaram maior área foliar, denota o início de uma deficiência de nitrogênio, conforme citado anteriormente nesta discussão.

Verificou-se variação dos teores dos macronutrientes entre as diferentes fontes nitrogenadas empregadas, com exceção do potássio, que não apresentou diferença significativa (Tabela 7). De modo geral, os teores observados estão dentro da faixa considerada adequada por Carvalho et al. (2002). Porém, destaca-se que para P, em plantas submetidas à adubação com esterco acrescido de outra fonte nitrogenada, os teores encontram-se abaixo da faixa considerada adequada por Carvalho et al. (2002) e Fontes (2005), tendo sido observado nestes tratamentos teores variando de 2,19 a 2,20 g kg<sup>-1</sup> matéria seca.

Aproximadamente, 60% do fósforo contido nos esterco já se encontram em formas inorgânicas. Contudo, em solos ácidos, o fósforo forma compostos insolúveis com ferro, alumínio e matéria orgânica. Nos solos alcalinos, liga-se a cálcio e magnésio, formando compostos moderadamente solúveis (Cassol et al., 2001). Portanto, pode-se inferir que o aumento da acidez ocasionada pelos fertilizantes nitrogenados favoreceu à formação de compostos insolúveis, dificultando a absorção deste nutriente pelas plantas.

**Tabela 7.** Teores de macronutrientes em folhas do maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes fontes nitrogenadas

Fontes de nitrogênio	P	K	Ca	Mg	S
	(g kg <sup>-1</sup> de matéria seca)				
Esterco bovino	2,93 a	31,4 a	19,34 a	6,46 a	3,24 b
Esterco + Sulfato de amônio	2,20 b	30,5 a	9,51 b	3,65 b	5,65 a
Esterco + Nitrato de amônio	2,29 ab	29,8 a	12,48 b	4,49 b	2,89 b
Esterco + Uréia	2,19 b	33,4 a	12,28 b	4,84 b	3,46 b
<b>Médias</b>	2,40	31,3	13,40	4,86	3,81
<b>CV (%)</b>	13,7	19,4	23,01	14,0	14,7

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey em nível de 5% de probabilidade

Os teores de K obtidos em folhas de maracujazeiro amarelo submetidos a diferentes fontes nitrogenadas variaram de 29,80 a 33,36 g kg<sup>-1</sup> matéria seca, estando acima da faixa obtida por Carvalho et al. (2002) e Fontes (2005) para essa mesma espécie em Campos dos Goytacazes. O potássio é um elemento de grande mobilidade dentro da planta, passando com facilidade de uma célula para outra e do xilema para o floema, sendo considerado o componente mineral de maior expressão nos processos osmóticos que envolvem absorção e armazenamento de água pelas plantas (Borges e Cardoso, 2003).

Os teores de Ca no maracujazeiro amarelo variaram de 9,51 a 19,34 g kg<sup>-1</sup> matéria seca, já os teores de Mg variaram de 3,65 a 6,46 g kg<sup>-1</sup> matéria seca, tendo Carvalho et al. (2002) encontrado teores variando de 6,13 a 14,4 g kg<sup>-1</sup> e de 2,13 a 4,28 g kg<sup>-1</sup> matéria seca, para Ca e Mg, respectivamente. Os maiores teores desses nutrientes observados neste experimento referem-se a plantas submetidas à adubação apenas com esterco bovino. Contudo, alguns resultados, assim como os obtidos por Carvalho et al. (2002), mostram que os teores de Ca e o Mg em maracujazeiro amarelo diminuíram pela adubação com fontes nitrogenadas na forma amoniacal, provavelmente devido à competição pelos sítios de absorção.

Maiores teores de enxofre foram obtidos em plantas submetidas à adubação com esterco bovino acrescido de sulfato de amônio. Esse resultado já era esperado, pois o sulfato de amônio apresenta cerca de 23% de enxofre solúvel em água, incrementando o teor foliar de enxofre nas plantas de maracujazeiro.

Para os micronutrientes Mn e Zn, constatou-se diferença significativa entre os tratamentos, com maiores teores observados em plantas submetidas à adubação com esterco bovino acrescido de sulfato de amônio e de esterco bovino, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 8.** Teores de micronutrientes em folhas do maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes fontes nitrogenadas

	Mn	Cu	Zn
<b>Fontes de nitrogênio</b>	<b>(mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca)</b>		
Esterco bovino	70,0 b	4,19 a	44,6 a
Esterco + Sulfato de amônio	193,6 a	3,61 a	33,9 b
Esterco + Nitrato de amônio	111,8 b	3,78 a	29,8 b
Esterco + Uréia	115,4 b	3,53 a	26,3 b
<b>Média</b>	122,7	3,78	33,7
<b>CV (%)</b>	28,61	14,91	13,51

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey em nível de 5% de probabilidade

Fontes (2005) obteve teores foliares de Mn variando de 81 a 109 mg kg<sup>-1</sup> matéria seca do maracujazeiro amarelo, dependendo da forma de aplicação do nitrogênio (fertirrigação ou manual) e épocas de coleta. No entanto, Carvalho et al. (2002) verificaram teores de Mn variando de 44,4 a 94,5 mg kg<sup>-1</sup> matéria seca em maracujazeiro amarelo submetidos a diferentes doses de adubo nitrogenado na forma de uréia, lâminas de irrigação e épocas de amostragem no município de Campos dos Goytacazes. Contudo, estes autores relacionam os baixos valores obtidos ao aumento da solubilidade deste elemento no solo devido à redução do pH, provocado pela uréia.

Em Campos dos Goytacazes foram observados, por Carvalho et al. (2002), teores de cobre no maracujazeiro amarelo variando de 4,41 a 8,47 mg kg<sup>-1</sup> matéria seca, ou seja, maiores do que os obtidos neste experimento. Ressalta-se que tem sido comum a obtenção de valores para este micronutriente com grande faixa de variação, causado principalmente pela elevada utilização de fungicidas cúpricos no maracujazeiro.

## CONCLUSÃO

- A adubação suplementar com fertilizantes minerais, sulfato de amônio, uréia e nitrato de amônio, resultou em maiores concentrações de nitrogênio foliar, índice SPAD, aumento no crescimento e desenvolvimento de plantas de maracujazeiro amarelo, reduzindo, no entanto, os teores foliares de vitexina;
- Plantas que não receberam adubação suplementar com fertilizantes minerais apresentaram menor crescimento, desenvolvimento, teores de nitrogênio foliar, índice SPAD e maiores teores foliares de vitexina;
- Os teores foliares de vitexina foram afetados pelo adequado fornecimento de nitrogênio às plantas, evidenciando a baixa produção deste metabólito nestas condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A.L.; CARDOSO, S.DA S. (2003) Nutrição e fertirrigação do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6, 2003, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. **Anais...** Campos dos Goytacazes: UENF/UFRRJ. 2003. (Publicado em CD)
- CANTARELLA, H. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da uréia. In: SIMPÓSIO SOBRE INFORMAÇÕES RECENTES PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, 2007, Piracicaba, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute – IPNI, 2007.
- CARVALHO, A.J.C. de; MONNERAT, P.H.; MARTINS, D.P.; BERNARDO, S.; SILVA, J.A.da. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.121-127, 2002.
- CASSOL, P. C.; GIANELLO, C.; COSTA, V. E. U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 635-644, 2001.



COSTA, Z.V.B.da; DINIZ Neto, P.; ANDRADE, R.; SANTOS, J.G.R.dos; FARIAS, A.A.de. Crescimento vegetativo do maracujazeiro-amarelo em diferentes tipos e dosagens de biofertilizante na forma líquida. **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.4, p.116-122, 2008.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; ARAÚJO, W.L. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.467-475, 2006.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA FILHO, L.F.da S.; QUEIROZ, D.C. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "golden". **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.64-71, 2007.

CUNHA, M.A.P.da; BARBOSA, L.V.; FARIA, G.A. Botânica. In: **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.15-35, 2004.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21. n.3. p.468-473, 2003.

FONTES, P.S.F. **Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro amarelo utilizando o DRIS**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 100 p. 2005.

FREITAS, M.S.M. **Flavonóides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo e deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 119 p, 2006.

FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; VIEIRA, I.J.C.; CARVALHO, A.J.C. de. Flavonóides e composição mineral de folhas de maracujazeiro amarelo em função da posição da folha no ramo. **Ciência Rural**, Santa Maria v.37, n.6, p.1634-1639, 2007.

FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; VIEIRA, I.J.C. Mineral deficiency in *Passiflora alata* Curtis: vitexin bioproduction. **Journal of Plant Nutrition**, Filadélfia, v.31, n.10, p.1844-1854, 2008.

- GIL, P.T. de; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.611-615, 2002.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.374-381, 2007.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 1965.
- JESUS, S.V.de; MARENCO, R.A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.4, p. 815-818, 2008.
- LAPA, F.S. ***Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT.:** Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, SC. 59 p., 2006.
- LIMA, J.F.de; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1358-1363, 2007.
- LOU, Y.; BALDWIN, I.T. Nitrogen supply influences herbivore-induced direct and indirect defenses and transcriptional responses in *Nicotiana attenuata*. **Plant Physiology**, v.135, p.496-506, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARCHAL, J. et al. Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*). II. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Influences sur La composition minérale des organes de la plante. **Fruits**, Paris, v.33, n.10, p.681-691, 1978.
- NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. de; MARTINS, F.A.D.; PÁDUA, T.R.P. de; PINHO, P.J. de. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.517-521, 2005.
- PARIS, F. de; PETRY, R.D.; REGINATTO, F.H.; GOSMANN, G.; QUEVEDO, J.; SALQUEIRO, J.B.; KAPCZINSKI, F.; ORTEGA, G.G.; SCHENKEL, E.P. Pharmacochemical study of aqueous extracts os *Passiflora alata* Drynder and

*Passiflora edulis* Sims. **Acta Farm. Bonaerense**, Buenos Aires, v.21, n.1, p.5-8, 2002.

PEREIRA, C.A.M.; VILEGAS, J.H.Y. Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander., *P. edulis* Sims e *P. incarnata* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.3, n.1, p.1-12, 2000.

PEREIRA, C.A.M.; YARIWAKE, J.H.; LANÇAS, F.M.; WAUTERS, J.N.; TITS, M.; ANGENOT, L. HPTLC densitometric determination of flavonoids and microscopic analysis of *Passiflora* leaves. **Phytochemical Analysis**, 15(4):241-248, 2004

PIRES, A.A. **Adubação alternativa do maracujazeiro amarelo na Região Norte Fluminense**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ. 132 p., 2007.

ROSA, R.C.C.; MONNERAT, P.H.; SANTOS, A.L.dos; PIRES, A.A.; PINHO, L.G.da R.; MARTINS, A.O. Doses de nitrogênio e potássio em fertirrigação em maracujazeiro amarelo consorciado com coqueiro-anão verde, na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.113-116, 2006.

RUDNICKI, M. **Propriedades antioxidantes de extratos de *Passiflora alata* Dryander e de *Passiflora edulis* Sims**. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, Porto Alegre, RS. 100 p., 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2004) **Plant Physiology**. California: The Benjamin/Comings Publishing, 690p.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram instalados dois experimentos em ambiente protegido no município de Campos dos Goytacazes - RJ. O primeiro experimento teve como objetivo avaliar o crescimento, os teores de vitexina e de nutrientes minerais do maracujazeiro doce submetidos a diferentes fontes nitrogenadas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro fontes de nitrogênio (esterco; esterco+sulfato de amônio; esterco+uréia; esterco+nitrato de amônio) e quatro repetições. O segundo experimento objetivou avaliar o efeito de fontes de fertilizantes nitrogenados no crescimento, desenvolvimento, teores de vitexina, de clorofila e de nutrientes minerais no maracujazeiro amarelo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro fontes de nitrogênio (esterco; esterco+sulfato de amônio; esterco+uréia; esterco+nitrato de amônio) e quatro repetições.

As principais conclusões foram:

- A suplementação da adubação com fertilizantes minerais promoveu aumento de biomassa, maiores áreas foliares e maiores teores de nitrogênio foliar em plantas de maracujazeiro doce, apresentando menores teores foliares de vitexina;
- Os teores foliares dos nutrientes no maracujazeiro doce variaram entre os estádios de desenvolvimento, principalmente para os nutrientes P, K, Ca e Cu;

- Maiores teores foliares de zinco e manganês em plantas de maracujazeiro doce foram obtidos aos 188 dias após semeadura em plantas adubadas com esterco acrescido de sulfato de amônio;
- A adubação suplementar com fertilizantes minerais, sulfato de amônio, uréia e nitrato de amônio, resultou em maiores concentrações de nitrogênio foliar, índice SPAD, aumento no crescimento e desenvolvimento de plantas de maracujazeiro amarelo, reduzindo, no entanto, os teores foliares de vitexina;
- Plantas de maracujazeiro amarelo que não receberam adubação suplementar com fertilizantes minerais apresentaram menor crescimento, desenvolvimento, teores de nitrogênio foliar, índice SPAD e maiores teores foliares de vitexina;
- Os teores foliares de vitexina em plantas de maracujazeiro amarelo foram afetados pelo adequado fornecimento de nitrogênio às plantas, evidenciando a baixa produção deste metabólito nestas condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E.L.P.de; Damatto Júnior, E.R.; Leonel, S. (2007) Nutrição mineral e adubação. In: Leonel, S.; Sampaio, A.C. (orgs.). *Maracujá doce: aspectos técnicos e econômicos*. São Paulo: Editora UNESP, p.59-71.
- Araújo, R.da C.; Bruckner, C.H.; Martinez, H.E.P.; Salomão, L.C.C.; Venegas, V.H.A.; Dias, J.M.M.; Pereira, W.E.; Souza, J.A.de. (2005) Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.27, n.1, p.128-131.
- Araújo, A.S.; Canejo, M.V.; Ferreira, M.E. (2005) Análise de crescimento em tomate para indústria, em dois tipos de solo e segundo diferentes regimes de rega. *Actas Portuguesas de Horticultura*, Porto, v.1, p.52-57.
- Benincasa, M.M.P. (2003) *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. Jaboticabal: Funep, 41 p.
- Bernacci, L.C., Meletti, L.M.M, Soares-Scott, M.D. (2003) Maracujá-doce: o autor, a obra e a data de publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal: São Paulo, v.25, n.2, p.355-356.
- Bernacci, L.C.; Soares-Scott, M.D.; Junqueira, N.T.V.; Passos, I.R.da S.; Meletti, L.M.M. (2008) *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.30, n.2, p.566-576.
- Boaretto, A.E.; Muraoka, T.; Trivelin, P.C.O. (2007) Uso eficiente de nitrogênio nos fertilizantes convencionais. *Informações Agronômicas*, n.120, p.13-14.

- Borges, A.L.; Caldas, R.C.; Anjos, M.S.dos; Sousa, A.P.de (2001) Adubação NPK na produção de maracujá amarelo. *Magistra*, Cruz das Almas-BA, v.13, n.1, p.43-50.
- Borges, A.L.; Caldas, R.C.; Lima, A.de A.; Almeida, I.E.de. (2002) Efeito de doses de NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e no solo, e na produtividade do maracujazeiro amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.24, n.1, p.208-213.
- Borges, A.L.; Silva, D.J. (2002) Fertilizantes para fertirrigação. In: Borges, A.L.; Coelho, E.F.; Trindade, A.V. (orgs.). *Fertirrigação em fruteiras tropicais*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.15-27.
- Borges, A.L.; Caldas, R.C.; Lima, A.de A. (2006) Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.28, n.2, p.301-304.
- Borges, D.I.; Costa, A.C.; Hafle, O.M.; Santos, V.A.dos; Curi, P.N.; Penoni, E.dos S. (2008) Crescimento vegetativo de maracujazeiro-doce nas condições edafoclimáticas de Lavras, MG. In: *Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20 e Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 54*, Vitória, ES. *Anais...Vitória: Incaper*. (Publicação em DVD).
- Bourgau, F.; Gravot, A.; Milesi, S.; Gontier, E. (2001) Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science*, n.161, p. 839-851.
- Bredemeier, C.; Mundstock, C.M. (2000) Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria: Rio Grande do Sul, v.30, n.2, p.365-372.
- Brito, M.E.B.; Melo, A.S.de; Lustosa, J.P.O.; Rocha, M.B.; Viégas, P.R.A.; Holanda, F.S.R. (2005) Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro-amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal: São Paulo, v.27, n.2, p.260-263.
- Busquet, R.N.B. (2006) Análise de crescimento, fenologia e acumulação de nutrientes de quatro genótipos de bananeira no Estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Seropédica – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 2006, 113 p.
- Calbo, A.G.; Silva, W.L.C.; Torres, A.C. (1989) Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.1, n.1, p.1-7.
- Cantarella, H. (2007) Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da uréia. In: *Simpósio sobre informações recentes para otimização da produção agrícola*, Piracicaba-SP. Disponível em: [http://www.ipni.org.br/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webcontentsbydate!OpenView&Start=1&Count=60&Expand=19#19](http://www.ipni.org.br/ppiweb/pbrazil.nsf/$webcontentsbydate!OpenView&Start=1&Count=60&Expand=19#19). Acesso em: 14 maio 2007.

- Carvalho, A.J.C. de, Martins, D.P., Monnerat, P.H, Bernardo, S. (2000) Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I Produtividade e qualidade dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p.1101-1108.
- Cereda, E.; Almeida, I.M.L.de; Grassi Filho, H. (1991) Distúrbios nutricionais em maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivado em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas: Bahia, v.13, n.44, p.241-244.
- Collamer, D.J.; Gearhart, M.; Monesmith, F.L., Resins, H.; Hopewell, C.; Cruz, A.P.; Spolidorio, E.S. (2007) Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. 3. Sulfato de amônio. *Informações Agronômicas*, n.120, p.7-8.
- Costa, A.M.; Tupinambá, D.D. O maracujá e suas propriedades medicinais – estado da arte. In: *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005, 670 p.
- Costa, Z.V.B.da; Diniz Neto, P.; Andrade, R.; Santos, J.G.R.dos; Farias, A.A.de. (2008) Crescimento vegetativo do maracujazeiro-amarelo em diferentes tipos e dosagens de biofertilizante na forma líquida. *Revista Verde*, Mossoró: Rio Grande do Norte, v.3, n.4, p.116-122.
- Costa, A. de F.S. da; Costa, A.N.da; Ventura, J.A.; Fanton, C. J.; Lima, I.de M.; Caetano, L.C.S.; Santana, E.N.de. (2008) *Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro*. Vitória: Incaper. 56 p. (Incaper. Documentos, 162).
- Crochemore, M.L.; Molinari, H.B.; Stenzel, N.M.C. (2003) Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal: São Paulo, v.25, n.1, p.5-10.
- Cruz, J.L.; Pelacani, C.R.; Araújo, W.L. (2006) Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. *Bragantia*, Campinas: São Paulo, v.65, n.3, p.467-475.
- Cunha, M.A.P.da; Barbosa, L.V. (2002) Aspectos botânicos. In: Lima, A.de A. *Maracujá produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.11-14. (Frutas do Brasil, 15).
- Cunha, M.A.P.da; Barbosa, L.V.; Junqueira, N.T.V. (2002) Espécies de maracujazeiro. In: Lima, A.de A. *Maracujá produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.15-24. (Frutas do Brasil, 15).
- Cunha, M.A.P.da; Barbosa, L.V.; Faria, G.A. (2004) Botânica. In: Lima, A.de A.; Cunha, M.A.P.da. *Maracujá: Produção e Qualidade na Passicultura*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.13-35.
- Damatto Jr., E.R., Leonel, S., Pedroso, C.J. (2005) Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.27, n.1, p.188-190.
- Dantas, S.A.G.; Cavalcante, L.F.; Dantas, T.A.G.; Nascimento, J.A.M.do; Campos, V.B. (2008) Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo no solo tratado com biofertilizante e potássio. In: *Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20 e Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 54*,



- Vitória, ES. *Anais...Vitória*: Incaper. (Publicação em DVD).
- Dhawan, K.; Dhawan, S.; Sharma, A. (2004) Passiflora: a review update. *Journal of Ethnopharmacology*, v.94, p.1-23.
- Dutra, G.A.P. *Aplicação de uréia na presença e na ausência de esterco bovino na produção, qualidade dos frutos e extração de nutrientes do maracujazeiro doce*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro \_ UENF, 2006, 60 p.
- Ernani, P.R.; Steckling, C.; Bayer, C. (2001) Características químicas de solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, p. 939-946.
- Epstein, E.; Bloom, A.J. (2006) *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta. 403 p.
- Facre, W.R. (2007) Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. 1. Uréia. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n.120, p. 5-6.
- Fonseca, E.B.A.; Pasqual, M.; Carvalho, J.G.de; Corrêa, J.B.D. (2003) Crescimento do maracujazeiro-doce propagado por sementes em função da calagem. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.27, n.4, p.758-764.
- França, M.G.C. (1995) *Análise do crescimento e do acúmulo de nitrogênio em duas cultivares de arroz contrastantes em hábito de crescimento*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 163 p. (Dissertação Mestrado).
- Freitas, M.S.M. (2006) *Flavonóides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo e deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 119p.
- Freitas, M.S.M.; Monnerat, P.H.; Vieira, I.J.C.; Carvalho, A.J.C.de. (2007) Flavonóides e composição mineral de folhas de maracujazeiro amarelo em função da posição da folha no ramo. *Ciência Rural*, v.37, n.6, p.1634-1639.
- Freitas, M.S.M.; Monnerat, P.H.; Vieira, I.J.C. (2008) Mineral deficiency in *Passiflora alata* Curtis: vitexin bioproduction. *Journal of Plant Nutrition*, v.31, n.10, p.1844-1854.
- Fumis, T.de F.; Sampaio, A.C. (2007) Aspectos botânicos do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand). In: Leonel, S.; Sampaio, A.C., orgs. *Maracujá-doce: aspectos técnicos e econômicos*. São Paulo: Editora UNESP, p.25-29.
- Gobbo-Neto, L.; Lopes, N.P. (2007) Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v.30, n.2, p.374-381.
- Gomide, C.A.M.; Gomide, J.A. (1999) Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.28, n.4, p.675-680.

- Haag, H.P.; Oliveira, G.D.; Borducchi, A.S.; Sarruge, J.R. (1973) Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, n.30, p.267-279.
- Hunt, R.; Causton, D.R.; Shipley, B.; Askew, A.P. (2002) A modern tool for classical plant growth analysis. *Annals of Botany*, v.90, p.485-488.
- IBGE (2007). *Pesquisa agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.33, 133 p.
- Junqueira, N.T.V.; Veras, M.C.M.; Chaves, R.da C.; Fialho, J.de F.; Oliveira, J.A.de; Matos, A.P. (2001) *Manejo da floração do maracujazeiro*. Brasília: MAPA. 3 p. (Recomendação Técnica).
- Kluge, R.A. (1998) Maracujazeiro. In: Castro, P.R.C.; Kluge, R.A., coord. *Ecofisiologia de fruteiras tropicais: abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira e cacauzeiro*. São Paulo: Nobel, p.32-47.
- Lapa, F.S. (2006) *Cordia curassavica (JACQ.) ROEM.& SCHULT.: Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos*. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis. 59 p. (Dissertação Mestrado).
- Lima, J.F.de; Peixoto, C.P.; Ledo, C.A.da S. (2007) Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, v.31, n.5, p.1358-1363.
- Lima, A.M.de; Maruyama, W.I.; Reis, L.L.dos; Bardivieso, D.M.; Tosta, M.da S. (2008) Adubação nitrogenada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. In: *Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20 e Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 54*, Vitória, ES. *Anais...Vitória*: Incaper. (Publicação em DVD).
- López, C.A.A. (2006) Considerações gerais sobre plantas medicinais. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*, v.1, n.1, p.19-27.
- Magalhães, A.C.N. (1985) Análise quantitativa do crescimento. In: Guimarães, M., coord. *Fisiologia vegetal I*. São Paulo: EDUSP, p.331-350.
- Malavolta, E. (1994) *Nutricion y fertilizacion del maracuya*. Quito: POTAFOS. 52 p.
- Malavolta, E. (2006) *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 638 p.
- Martins, M.R.; Oliveira, J.C.de (2001) Biologia reprodutiva e qualidade dos frutos de maracujazeiro (*Passiflora laurifolia* L.) em Jaboticabal, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal: São Paulo, v.23, n.1, p.21-24.
- Meletti, L.M.M.; Maia, M.L. (1999) *Maracujá: produção e comercialização*. Campinas: Instituto Agrônomo. 64 p. (Boletim técnico, 181).

- Meletti, L.M.M.; Brückner, C.H. (2001) Melhoramento genético. In: Brückner, C.H.; Picanço, M.C. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.345-385.
- Mesquita, L.A.V. (2007) Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. 2. Nitrato de amônio. *Informações Agronômicas*, n.120, p. 6-7.
- Montanher, A.B.P. (2006) *Estudo do mecanismo de ação dos extratos de Passiflora edulis variação flavicarpa Degener em modelos de inflamação aguda, em camundongos*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 134 f. (Dissertação mestrado).
- Müller, S.D. (2006) *Determinação de alcalóides e flavonóides através de CLAE e UV de extratos de Passiflora alata Curtis, Passifloraceae – Maracujá doce*. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 91 f. (Dissertação Mestrado).
- Nunes, T.S.; Queiroz, L.P.de. (2001) A família Passifloraceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sittentibus série Ciências Biológicas*, Feira de Santana: Bahia, v.1, n.1, p.33-46.
- Nunes, T.S.; Queiroz, L.P.de. (2006) Flora da Bahia: Passifloraceae. *Sittentibus série Ciências Biológicas*, Feira de Santana: Bahia, v.6, n.3, p.194-226.
- Oliveira, L.E.M.de; Mesquita, A.C.; Freitas, R.B.de. (2002) Análise de crescimento de plantas. *Apostila*: Universidade Federal de Lavras. 8 p.
- Paula, O.F.de; Lourenço, R.; Malavolta, E. (1974) Estudos sobre a nutrição mineral e a adubação do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). 1. Extração de macro e micronutrientes na colheita. *Revista de Agricultura*, Piracicaba: São Paulo, v. 49, n.2-3, p.61-66.
- Pereira, C.A.M.; Vilegas, J.H.Y. (2000) Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander., *P. edulis* Sims e *P. incarnata* L. *Revista Brasileira de Planta Médica*. Botucatu, v.3, n.1, p.1-12.
- Pires, A.A. (2007) *Adubação alternativa do maracujazeiro amarelo na Região Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ. 132 p.
- Ponciano, N.J.; Souza, P.M.de; Golynski, A. (2006) Avaliação econômica da produção de maracujá (*Passiflora edulis* Sims.f.) na região norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Economia e Desenvolvimento*, Santa Maria: Rio Grande do Sul, n.18, p.16-32.
- Prado, R.de M.; Natale, W.; Corrêa, M.C.de M.; Braghirolli, L.F. (2004) Efeitos da aplicação de calcário no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, v.26, n.1, p.145-149.
- Purcino, A.A.C.; Alves, V.M.C.; Parentoni, S.N.; Santos, M.X.dos. (2000) Como as plantas utilizam os fertilizantes nitrogenados. *Cultivar*, n.3, p.18-20.

- Radford, P.J. (1967) Growth analysis formulae: their use and abuse. *Crop Science*, Madison, v.7, n.3, p.171-175.
- Rebequi, A.M.; Cavalcante, L.F.; Nunes, J.C.; Diniz, A.A.; Brehm, M.A.da S.; Campos, V.B. (2008) Cultivo do maracujazeiro-amarelo sob adubação nitrogenada no solo e adubação foliar das plantas. . In: *Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20 e Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 54*, Vitória, ES. *Anais...Vitória: Incaper*. (Publicação em DVD).
- Reginatto, F.; Kauffman, C.; Schripsema, J.; Guillaume, D.; Gosmann, G.; Schenkel, E.P. (2001) Steroidal and triterpenoidal glucosides from *Passiflora alata*. *Journal Brazilian Chemistry Society*. Campinas, v.12, p.32-36.
- Rosa, R.C.C.; Monnerat, P.H.; Santos, A.L.dos; Pires, A.A.; Pinho, L.G.da R.; Martins, A.O. (2006) Doses de nitrogênio e potássio em fertirrigação em maracujazeiro amarelo consorciado com coqueiro-anão, na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal: São Paulo, v.28, n.1, p.113-116.
- Rudnicki, M. (2005) *Propriedades antioxidantes de extratos de Passiflora alata Dryander e de Passiflora edulis Sims*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 100 f. (Dissertação Mestrado).
- Santos, R.I.dos. (1999) Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRGS, p.323-354.
- Sanzonowicz, C., Andrade, L.R.M. de. (2005) Nutrição, Adubação e Irrigação. In: Manica, I. Brancher, A., Sanzonowics, C., Icuma, I.M., Aguiar, J.L.P. de, Azevedo, J.A. de, Vasconcellos, M.A. da S., Junqueira, N.T.V. *Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Cinco Continentes: Porto Alegre. p.77-90.
- Scivittaro, W.B.; Oliveira, R.P.de; Morales, C.F.G.; Radmann, E.B. (2004) Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'cravo' em tubetes. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal-SP, v.26, n.1, p.131-135.
- Silva, A.C.da; São José, A.R. (1994) Classificação botânica do maracujazeiro. In: *Maracujá, produção e mercado*. Vitória da Conquista: Bahia. DFZ/UESB, p.1-5.
- Silva, C.A.; Vale, F.B.do (2000) Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.12, p.2461-2471.
- Silva, A.A.G.da (2002) *Maracujá-amarelo (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.): aspectos relativos à fenologia, demanda hídrica e conservação pós-colheita*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- UNESP, Botucatu, SP. 98 p.

- Silva, A.C.da; Silva, A.C.; Lucena, C.C.de; Vasconcellos, M.A.da S.; Busquet, R.N.B. (2004) Avaliação das fenofases em espécies do gênero *Passiflora*. *Agronomia, Seropédica*, v.38, n.2, p.69-74.
- Silva, T.V. (2008) *Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e maracujazeiro doce*. Campos dos Goytacazes. RJ. Tese (Doutorado Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Simões, C.M.O. (2003) *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Florianópolis: Editora Universidade/UFRGS/Editora da UFSC, 801 p.
- Sousa, J.S.I.de; Meletti, L.M.M. (1997) *Maracujá: espécies, variedades, cultivo*. Piracicaba: FEALQ, 179 p.
- Sousa, V.F.de; Folegatti, M.V.; Coelho Filho, M.A; Frizzone, J.A. (2002) Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande: Paraíba, v.6, n.1, p.51-56.
- Souza, A.D.de (2003) *Aspectos fenológicos e de produção de maracujá – granadilla (Passiflora ligularis Juss.) nas condições da Serra da Cantareira – SP*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Jaboticabal, SP. 68 p.
- Stipp, S.R.; Prochnow, L.I. (2008) Maximização da eficiência e minimização dos impactos ambientais da adubação nitrogenada. *Informações Agrônomicas*, n.124, p.1-7.
- Taiz, L., Zeiger E. (2004) *Plant Physiology*. California: The Benjamin/Comings Publishing, 690p.
- Tecchio, M.A., Damatto Jr., E.R., Leonel, S., Pedroso, C.J. (2005) Distribuição do sistema radicular do maracujazeiro-doce cultivado com adubação química e orgânica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal: São Paulo, v.27, n.2, p.324-326, agosto.
- Ulubelen, A.; Mabry, T.J. (1980) C-glycosylflavonoids of *Passiflora serratifolia*. *Journal of Natural Products*, v.43, p.162-163.
- Ulubelen, A.; Ayyildiz, H.; Mabry, T.J. (1981) C-glycosylflavonoids and other compounds from *Passiflora cyanea*, *P. oerstedii* and *P. menispermifolia*. *Journal of Natural Products*, v.44, p.368-369.
- Ulubelen, A.; Oksuz, S.; Mabry, T.J.; Dellamonica, G.; Chopin, J. (1982a) C-glycosylflavonoids from *Passiflora pittieri*, *P. alata*, *P. ambigua* and *Adenia Manni*. *Journal of Natural Products*, v.45, n.6, p.783.
- Ulubelen, A.; Topcu, G.; Mabry, T.J.; Dellamonica, G.; Chopin, J. (1982b) C-glycosylflavonoids from *Passiflora foetida* var. *hispida* and *P. foetida* var. *hibiscifoliai*. *Journal of Natural Products*, v.45, p.103.

- Vasconcellos, M.A.S. (1991) *Biologia floral d o maracujá doce (Passiflora alata Dryand) nas condições de Botucatu-SP*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP. 99 p.
- Vasconcellos, M.A. da S., Cereda, E., Andrade, J.M. de B., Brandão Filho, J.U.T. (1993) Desenvolvimento de frutos de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand), nas condições de Botucatu-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.15, n.1, p.153-158.
- Vasconcellos, M.A.da S.; Cereda, E. (1994) O cultivo do maracujá doce. In: *Maracujá, produção e mercado*. Vitória da Conquista: Bahia. DFZ/UESB, p.71-83.
- Vasconcellos, M.A.da S.; Duarte Filho, J. (2000) Ecofisiologia do maracujazeiro. *Informe Agropecuário*, v.21, n.206, p.18-24.
- Vasconcellos, M.A. da S., Savazaki, E.T., Grassi Filho, H., Busquet, R.N.B., Mosca, J.L. (2001) Caracterização física e quantidade de nutrientes em frutos de maracujá doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v.23, n.3, p.690-694.
- Vasconcellos, M.A. da S., Brandão Filho, J.U.T., Busquet, R.B. (2005) Clima e solo. In: Manica I. (Ed). *Maracujá-doce: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, p 35-37.
- Verpoorte, R.; Van Der Heijden, R.; Memelink, J. (2000) Engineering the plant cell factory for secondary metabolite production. *Transgenic Research*, v.9, p.323-343.
- Yano, G.T.; Takahashi, H.W.; Watanabe, T.S. (2005) Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. *Semina: Ciências Agrárias*. Londrina: Paraná, v.26, n.2, p.141-148.
- Zuanazzi, J.A.da S. (1999) Flavonóides. In: *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRGS, p.489-516.
- Zucolotto, S.M.; Palermo, J.A.; Schenkel, E.P. (2006) Estudo fitoquímico das raízes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener. *Acta Farmacológica Bonaerense*, v.25, n.1, p.5-9.

## APÊNDICE

## Resumo dos resultados das análises estatísticas

## a) Maracujá doce

**Quadro 1A.** Análise da variável Comprimento do ramo primário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	690818.5278895	230272.8426298	2.4948	0.06788
Idade	4	30517060.8524101	7629265.2131025	82.6578	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	9324.6708460	3108.2236153	0.0337	0.99110
Idade x Fonte de N	12	617252.2841226	51437.6903435	0.5573	0.86672
Resíduo	57	5261068.4942553	92299.4472676		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>37095524.8295235</b>			
<b>Média geral</b>		<b>1414.101200</b>			
<b>C.V.</b>		<b>21.484 %</b>			

**Quadro 2A.** Análise da variável Diâmetro

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	3.2789693	1.0929898	1.3916	0.25366
Idade	4	138.8601519	34.7150380	44.2004	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	4.3122501	1.4374167	1.8302	0.15062
Idade x Fonte de N	12	17.1581219	1.4298435	1.8205	0.06604
Resíduo	57	44.7678813	0.7854014		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>208.3773746</b>			
<b>Média geral</b>		<b>5.834500</b>			
<b>C.V.</b>		<b>15.189 %</b>			

**Quadro 3A.** Análise da variável Distância entre nós

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	991.4985053	330.4995018	3.0960	0.03321
Idade	4	21006.6064316	5251.6516079	49.1963	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	578.7854715	192.9284905	1.8073	0.15479
Idade x Fonte de N	12	1682.1248849	140.1770737	1.3131	0.23641
Resíduo	57	6084.6934364	106.7490077		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>30343.7087297</b>			
<b>Média geral</b>		<b>58.966125</b>			
<b>C.V.</b>		<b>17.522 %</b>			



**Quadro 4A.** Análise da variável Número de folhas por planta

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	81.2500000	27.0833333	1.3085	0.27976
Idade	4	2927.5500000	731.8875000	35.3614	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	69.0500000	23.0166667	1.1121	0.35211
Idade x Fonte de N	12	161.9500000	13.4958333	0.6521	0.78916
Resíduo	57	1179.7500000	20.6973684		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>4419.5500000</b>			
<b>Média geral</b>		<b>22.924999</b>			
<b>C.V.</b>		<b>19.845 %</b>			

**Quadro 5A.** Análise da variável Área foliar total

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	2247506.8461165	749168.9487055	1.1926	0.32052
Idade	4	160301084.5290909	40075271.132272	63.7975	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	6681673.3928312	2227224.4642771	3.5456	0.01971
Idade x Fonte de N	12	11786656.3709495	982221.3642458	1.5636	0.12884
Resíduo	57	35805308.6835715	628163.3102381		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>216822229.8225596</b>			
<b>Média geral</b>		<b>2609.426800</b>			
<b>C.V.</b>		<b>30.373 %</b>			

**Quadro 6A.** Análise da variável Peso médio de uma folha

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.279276	0.093092	0.764	0.5190
Idade	4	27.054317	6.763579	55.501	0.0000
Fonte de Nitrogênio	3	2.232219	0.744073	6.106	0.0011
Idade x Fonte de N	12	3.610417	0.300868	2.469	0.0113
Resíduo	57	6.946200	0.121863		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>40.122429</b>			
<b>Média geral</b>		<b>1.0970375</b>			
<b>C.V.</b>		<b>31.82 %</b>			

**Quadro 7A.** Análise da variável Área média de uma folha

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	2165.3857894	721.7952631	1.1165	0.35027
Idade	4	100012.7125750	25003.1781438	38.6775	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	8568.9880869	2856.3293623	4.4185	0.00751
Idade x Fonte de N	12	13977.7299815	1164.8108318	1.8018	0.06941
Resíduo	57	36847.8320134	646.4531932		
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>161572.6484463</b>			
<b>Média geral</b>		<b>105.031876</b>			
<b>C.V.</b>		<b>24.207 %</b>			

**Quadro 8A.** Análise da variável Peso seco da parte aérea

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	468.8439531	156.2813177	1.2520	0.29898
Idade	4	33116.0287084	8279.0071771	66.3248	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	1600.5315470	533.5105157	4.2741	0.00876
Idade x Fonte de N	12	2933.8737741	244.4894812	1.9587	0.05553
Resíduo	57	7115.0365863	124.8252033		
<b>Total</b>	79	45234.3145689			
<b>Média geral</b>		28.645750			
<b>C.V.</b>		39.002 %			

**Quadro 9A.** Análise da variável Peso seco de raiz

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	11.0322027	3.6774009	0.5306	0.66728
Idade	4	2155.2075102	538.8018775	77.7377	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	70.9910915	23.6636972	3.4142	0.02292
Idade x Fonte de N	12	123.2575519	10.2714627	1.4820	0.15793
Resíduo	57	395.0685747	6.9310276		
<b>Total</b>	79	2755.5569309			
<b>Média geral</b>		6.542375			
<b>C.V.</b>		40.241 %			

**Quadro 10A.** Análise da variável Peso seco total

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	587.7788562	195.9262854	1.1661	0.33063
Idade	4	52139.7961595	13034.9490399	77.5775	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	2199.8122379	733.2707460	4.3641	0.00795
Idade x Fonte de N	12	3960.9573916	330.0797826	1.9645	0.05482
Resíduo	57	9577.4213296	168.0249356		
<b>Total</b>	79	68465.7659748			
<b>Média geral</b>		35.187500			
<b>C.V.</b>		36.838 %			

**Quadro 11A.** Análise da variável Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.3431622	0.1143874	0.2945	0.83078
Idade	3	42.1669080	14.0556360	36.1834	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	3.2314172	1.0771391	2.7729	0.05133
Idade x Fonte de N	9	18.3478048	2.0386450	5.2481	0.00016
Resíduo	45	17.4804903	0.3884553		
<b>Total</b>	63	81.5697826			
<b>Média geral</b>		2.470359			
<b>C.V.</b>		25.230 %			

**Quadro 12A.** Análise da variável Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.0034097	0.0011366	1.6418	0.19188
Idade	3	0.0075287	0.0025096	3.6251	0.01962
Fonte de Nitrogênio	3	0.0001532	0.0000511	0.0738	0.97301
Idade x Fonte de N	9	0.0137420	0.0015269	2.2056	0.03900
Resíduo	45	0.0311526	0.0006923		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>0.0559861</b>			
<b>Média geral</b>		<b>1.043328</b>			
<b>C.V.</b>		<b>2.522 %</b>			

**Quadro 13A.** Análise da variável Taxa de Assimilação Líquida (TAL)

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	26.1511415	8.7170472	1.4169	0.24928
Idade	3	41.8235858	13.9411953	2.2660	0.09252
Fonte de Nitrogênio	3	12.4664884	4.1554961	0.6754	0.57498
Idade x Fonte de N	9	135.7992709	15.0888079	2.4525	0.02268
Resíduo	45	276.8568946	6.1523754		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>493.0973811</b>			
<b>Média geral</b>		<b>5.497672</b>			
<b>C.V.</b>		<b>45.117 %</b>			

**Quadro 14A.** Análise da variável Razão de Área Foliar (RAF)

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.0273360	0.0091120	0.4723	0.70703
Idade	3	0.1374519	0.0458173	2.3749	0.08148
Fonte de Nitrogênio	3	0.1015736	0.0338579	1.7550	0.16814
Idade x Fonte de N	9	0.5542001	0.0615778	3.1918	0.00479
Resíduo	45	0.8681675	0.0192926		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>1.6887292</b>			
<b>Média geral</b>		<b>0.246965</b>			
<b>C.V.</b>		<b>56.242 %</b>			

**Quadro 15A.** Análise da variável Teor de Vitexina

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.4283843	0.1427948	0.6440	0.59857
Idade	1	109.4090275	109.4090275	493.4378	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	64.7561633	21.5853878	97.3507	0.00001
Idade x Fonte de N	3	7.0301839	2.3433946	10.5688	0.00035
Resíduo	21	4.6562901	0.2217281		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>186.2800492</b>			
<b>Média geral</b>		<b>7.247188</b>			
<b>C.V.</b>		<b>6.497 %</b>			

**Quadro 16A.** Análise da variável Teor de Nitrogênio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	16.3230399	5.4410133	0.4517	0.72220
Idade	1	256.3414338	256.3414338	21.2787	0.00031
Fonte de Nitrogênio	3	2128.2608060	709.4202687	58.8885	0.00001
Idade x Fonte de N	3	195.6818587	65.2272862	5.4145	0.00661
Resíduo	21	252.9835784	12.0468371		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>2849.5907168</b>			
<b>Média geral</b>		<b>39.273438</b>			
<b>C.V.</b>		<b>8.838 %</b>			

**Quadro 17A.** Análise da variável Teor de Fósforo

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1.2627844	0.4209281	1.7327	0.19010
Idade	1	11.4361528	11.4361528	47.0754	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	0.9620344	0.3206781	1.3200	0.29399
Idade x Fonte de N	3	0.2424094	0.0808031	0.3326	0.80383
Resíduo	21	5.1015905	0.2429329		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>19.0049715</b>			
<b>Média geral</b>		<b>2.654063</b>			
<b>C.V.</b>		<b>18.571 %</b>			

**Quadro 18A.** Análise da variável Teor de Potássio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	19.3929812	6.4643271	1.2371	0.32116
Idade	1	238.7658825	238.7658825	45.6952	0.00002
Fonte de Nitrogênio	3	19.8987910	6.6329303	1.2694	0.31029
Idade x Fonte de N	3	42.2190194	14.0730065	2.6933	0.07133
Resíduo	21	109.7289930	5.2251901		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>430.0056673</b>			
<b>Média geral</b>		<b>19.620937</b>			
<b>C.V.</b>		<b>11.650 %</b>			

**Quadro 19A.** Análise da variável Teor de Cálcio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	9.1661576	3.0553859	0.6572	0.59065
Idade	1	95.5998829	95.5998829	20.5617	0.00035
Fonte de Nitrogênio	3	62.4570884	20.8190295	4.4778	0.01390
Idade x Fonte de N	3	16.4941883	5.4980628	1.1825	0.34046
Resíduo	21	97.6375632	4.6494078		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>281.3548805</b>			
<b>Média geral</b>		<b>17.490938</b>			
<b>C.V.</b>		<b>12.328 %</b>			

**Quadro 20A.** Análise da variável Teor de Magnésio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.8280595	0.2760198	0.6833	0.57514
Idade	1	10.8694521	10.8694521	26.9080	0.00012
Fonte de Nitrogênio	3	15.3625839	5.1208613	12.6770	0.00016
Idade x Fonte de N	3	6.3334329	2.1111443	5.2263	0.00763
Resíduo	21	8.4829147	0.4039483		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>41.8764430</b>			
<b>Média geral</b>		<b>6.477188</b>			
<b>C.V.</b>		<b>9.812 %</b>			

**Quadro 21A.** Análise da variável Teor de Zinco

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	73.6615289	24.5538430	3.3078	0.03938
Idade	1	228.0179976	228.0179976	30.7176	0.00007
Fonte de Nitrogênio	3	909.5959044	303.1986348	40.8456	0.00001
Idade x Fonte de N	3	732.5658856	244.1886285	32.8961	0.00001
Resíduo	21	155.8837673	7.4230365		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>2099.7250837</b>			
<b>Média geral</b>		<b>25.778126</b>			
<b>C.V.</b>		<b>10.569 %</b>			

**Quadro 22A.** Análise da variável Teor de Manganês

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	517.3204772	172.4401591	1.9984	0.14420
Idade	1	22979.3920712	22979.3920712	266.3023	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	16319.4798861	5439.8266287	63.0408	0.00001
Idade x Fonte de N	3	13291.1723084	4430.3907695	51.3427	0.00001
Resíduo	21	1812.1032284	86.2906299		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>54919.4679713</b>			
<b>Média geral</b>		<b>42.081875</b>			
<b>C.V.</b>		<b>22.074 %</b>			

**Quadro 23A.** Análise da variável Teor de Ferro

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1027.8473542	342.6157847	0.8681	0.52451
Idade	1	0.9765018	0.9765018	0.0025	0.95975
Fonte de Nitrogênio	3	2026.5054830	675.5018277	1.7116	0.19434
Idade x Fonte de N	3	1888.2922110	629.4307370	1.5949	0.21970
Resíduo	21	8287.7972877	394.6570137		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>13231.4188377</b>			
<b>Média geral</b>		<b>118.740311</b>			
<b>C.V.</b>		<b>16.731 %</b>			

**Quadro 24A.** Análise da variável Teor de Cobre

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.8811593	0.2937198	0.6992	0.56587
Idade	1	27.3615025	27.3615025	65.1352	0.00001
Fonte de Nitrogênio	3	8.6900330	2.8966777	6.8957	0.00238
Idade x Fonte de N	3	1.2891095	0.4297032	1.0229	0.40375
Resíduo	21	8.8215157	0.4200722		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>47.0433199</b>			
<b>Média geral</b>		<b>6.106563</b>			
<b>C.V.</b>		<b>10.614 %</b>			

## b) Maracujá amarelo

**Quadro 25A.** Análise da variável Crescimento

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	280.7799450	93.5933150	0.4060	0.75273
Fonte de Nitrogênio	3	3704.6277296	1234.879099	5.3574	0.00338
Idade	3	869851.1652258	289950.3884086	1257.9290	0.00001
Idade x Fonte de N	9	2133.6315109	237.0701679	1.0285	0.43311
Resíduo	45	10372.4194614	230.4982103		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>886342.6238728</b>			
<b>Média geral</b>		<b>219.022995</b>			
<b>C.V.</b>		<b>6,932 %</b>			

**Quadro 26A.** Análise da variável Diâmetro

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	2.0283768	0.6761256	2.7508	0.05266
Fonte de Nitrogênio	3	14.0064981	4.6688327	18.9950	0.00001
Idade	3	265.7324051	88.5774684	360.3739	0.00001
Idade x Fonte de N	9	6.3778494	0.7086499	2.8831	0.00901
Resíduo	45	11.0606943	0.2457932		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>299.2058237</b>			
<b>Média geral</b>		<b>6.915781</b>			
<b>C.V.</b>		<b>7.169 %</b>			

**Quadro 27A.** Análise da variável Folhas acumuladas

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1618.4663972	539.4887991	2.1258	0.10900
Fonte de Nitrogênio	3	10962.5978768	3654.1992923	14.3989	0.00002
Idade	3	58210.5862020	19403.5287340	76.4573	0.00001
Idade x Fonte de N	9	11104.0861591	1233.7873510	4.8616	0.00028
Resíduo	45	11420.2193629	253.7826525		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>93315.9559980</b>			
<b>Média geral</b>		<b>46.676735</b>			
<b>C.V.</b>		<b>34.130%</b>			

**Quadro 28A.** Análise da variável Folhas emitidas

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	753.1515687	251.0505229	2.0076	0.12516
Fonte de Nitrogênio	3	3175.8811123	1058.6270374	8.4656	0.00029
Idade	3	13079.7523844	4359.9174615	34.8653	0.00001
Idade x Fonte de N	9	4269.3365358	474.3707262	3.7934	0.00154
Resíduo	45	5627.2702554	125.0504501		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>26905.3918566</b>			
<b>Média geral</b>		<b>19.873922</b>			
<b>C.V.</b>		<b>56.268 %</b>			

**Quadro 29A.** Análise da variável Comprimento total de ramos na poda do primeiro ramo terciário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1551.4426908	517.1475636	1.0321	0.42499
Fonte de Nitrogênio	3	1736.8469039	578.9489680	1.1555	0.37957
Resíduo	9	4509.4515101	501.0501678		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>7797.7411048</b>			
<b>Média geral</b>		<b>336.806240</b>			
<b>C.V.</b>		<b>6.646 %</b>			

**Quadro 30A.** Análise da variável Número de folhas na poda do ramo primário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	34.1250000	11.3750000	2.1108	0.16870
Fonte de Nitrogênio	3	39.1250000	13.0416667	2.4201	0.13293
Resíduo	9	48.5000000	5.3888889		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>121.7500000</b>			
<b>Média geral</b>		<b>19.625000</b>			
<b>C.V.</b>		<b>11.829 %</b>			

**Quadro 31A.** Análise da variável Número de folhas na poda do ramo secundário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	73.2500000	24.4166667	1.3389	0.32182
Fonte de Nitrogênio	3	386.1250000	128.7083333	7.0579	0.01001
Resíduo	9	164.1250000	18.2361111		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>623.5000000</b>			
<b>Média geral</b>		<b>22.500000</b>			
<b>C.V.</b>		<b>18.979 %</b>			

**Quadro 32A.** Análise da variável Número de folhas na poda do ramo terciário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	823.5450026	274.5150009	2.6064	0.11574
Fonte de Nitrogênio	3	12994.5449821	4331.5149940	41.1259	0.00008
Resíduo	9	947.9099965	105.3233329		
<b>Total</b>	15	14765.9999813			
<b>Média geral</b>		57.299999			
<b>C.V.</b>		17.910 %			

**Quadro 33A.** Análise da variável Número total de folhas na poda do ramo secundário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	135.7968750	45.2656250	1.7409	0.22769
Fonte de Nitrogênio	3	396.5468750	132.1822917	5.0836	0.02488
Resíduo	9	234.0156250	26.0017361		
<b>Total</b>	15	766.3593750			
<b>Média geral</b>		37.156250			
<b>C.V.</b>		13.724 %			

**Quadro 34A.** Análise da variável Número total de folhas na poda do ramo terciário

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1773.0000000	591.0000000	3.9462	0.04725
Fonte de Nitrogênio	3	19548.125000	6516.0416667	43.5088	0.00007
Resíduo	9	1347.8750000	149.7638889		
<b>Total</b>	15	22669.000000			
<b>Média geral</b>		93.250000			
<b>C.V.</b>		13.124 %			

**Quadro 35A.** Análise da variável Peso seco médio de folha na análise nutricional

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.0582750	0.0194250	2.3427	0.14095
Fonte de Nitrogênio	3	0.0262750	0.0087583	1.0563	0.41565
Resíduo	9	0.0746250	0.0082917		
<b>Total</b>	15	0.1591750			
<b>Média geral</b>		0.401250			
<b>C.V.</b>		22.694 %			



**Quadro 36A.** Análise da variável Índice SPAD

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	147.0096618	49.0032206	3.7397	0.05367
Fonte de Nitrogênio	3	663.2110198	221.0703399	16.8709	0.00079
Resíduo	9	117.9329443	13.1036605		
<b>Total</b>	15	928.1536259			
<b>Média geral</b>		47.664375			
<b>C.V.</b>		7.595 %			

**Quadro 37A.** Análise da variável Teor de Vitexina

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.0642687	0.0214229	0.5943	0.63701
Fonte de Nitrogênio	3	0.5884687	0.1961562	5.4420	0.02073
Resíduo	9	0.3244063	0.0360451		
<b>Total</b>	15	0.9771437			
<b>Média geral</b>		1.953125			
<b>C.V.</b>		9.721 %			

**Quadro 38A.** Análise da variável Teor de Nitrogênio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	43.7438672	14.5812891	0.5751	0.64838
Fonte de Nitrogênio	3	645.5618499	215.1872833	8.4872	0.00586
Resíduo	9	228.1900164	25.3544463		
<b>Total</b>	15	917.4957335			
<b>Média geral</b>		43.606251			
<b>C.V.</b>		11.547 %			

**Quadro 39A.** Análise da variável Área foliar

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	257.6355770	85.8785257	1.2562	0.34650
Fonte de Nitrogênio	3	984.7805136	328.2601712	4.8016	0.02891
Resíduo	9	615.2768491	68.3640943		
<b>Total</b>	15	1857.6929398			
<b>Média geral</b>		81.228127			
<b>C.V.</b>		10.179 %			

**Quadro 40A.** Análise da variável Peso seco de folha

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.0202750	0.0067583	1.4972	0.28009
Fonte de Nitrogênio	3	0.0262750	0.0087583	1.9403	0.19330
Resíduo	9	0.0406250	0.0045139		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>0.0871750</b>			
<b>Média geral</b>		<b>0.401250</b>			
<b>C.V.</b>		<b>16.744 %</b>			

**Quadro 41A.** Análise da variável Teor de Fósforo

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	0.9616187	0.3205396	2.9660	0.08950
Fonte de Nitrogênio	3	1.5040690	0.5013563	4.6391	0.03160
Resíduo	9	0.9726561	0.1080729		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>3.4383438</b>			
<b>Média geral</b>		<b>2.403125</b>			
<b>C.V.</b>		<b>13.680 %</b>			

**Quadro 42A.** Análise da variável Teor de Potássio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	171.8092151	57.2697384	1.5586	0.26565
Fonte de Nitrogênio	3	28.5023035	9.5007678	0.2586	0.85385
Resíduo	9	330.6991185	36.7443465		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>531.0106372</b>			
<b>Média geral</b>		<b>31.281876</b>			
<b>C.V.</b>		<b>19.378 %</b>			

**Quadro 43A.** Análise da variável Teor de Cálcio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	18.4278515	6.1426172	0.6461	0.60722
Fonte de Nitrogênio	3	210.3485401	70.1161800	7.3754	0.00882
Resíduo	9	85.5613495	9.5068166		
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>314.3377411</b>			
<b>Média geral</b>		<b>13.402500</b>			
<b>C.V.</b>		<b>23.006 %</b>			

**Quadro 44A.** Análise da variável Teor de Magnésio

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	4.5447680	1.5149227	3.2700	0.07272
Fonte de Nitrogênio	3	16.6790173	5.5596724	12.0007	0.00211
Resíduo	9	4.1695066	0.4632785		
<b>Total</b>	15	25.3932918			
<b>Média geral</b>		4.860625			
<b>C.V.</b>		14.003 %			

**Quadro 45A.** Análise da variável Teor de Enxofre

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1.4121687	0.4707229	1.5030	0.27870
Fonte de Nitrogênio	3	18.7659674	6.2553225	19.9726	0.00050
Resíduo	9	2.8187564	0.3131952		
<b>Total</b>	15	22.9968925			
<b>Média geral</b>		3.809375			
<b>C.V.</b>		14.691 %			

**Quadro 46A.** Análise da variável Teor de Manganês

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1773.8126241	591.2708747	0.4798	0.70693
Fonte de Nitrogênio	3	31902.7595818	10634.2531939	8.6299	0.00558
Resíduo	9	11090.3440920	1232.2604547		
<b>Total</b>	15	44766.9162978			
<b>Média geral</b>		122.704376			
<b>C.V.</b>		28.608 %			

**Quadro 47A.** Análise da variável Teor de Cobre

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	1.6211248	0.5403749	1.7023	0.23517
Fonte de Nitrogênio	3	1.0432250	0.3477417	1.0954	0.40097
Resíduo	9	2.8570249	0.3174472		
<b>Total</b>	15	5.5213746			
<b>Média geral</b>		3.778750			
<b>C.V.</b>		14.910 %			

**Quadro 48A.** Análise da variável Teor de Zinco

<b>Causas da variação</b>	<b>G.L</b>	<b>Soma de quadrados</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Prob.&gt; F</b>
Bloco	3	133.7835488	44.5945163	2.1517	0.16336
Fonte de Nitrogênio	3	751.8917711	250.6305904	12.0932	0.00207
Resíduo	9	186.5240151	20.7248906		
<b>Total</b>	15	1072.1993350			
<b>Média geral</b>		33.692501			
<b>C.V.</b>		13.512 %			