

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS CÍTRICOS EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO FOLIAR DE NITROGÊNIO E CÁLCIO

CARLOS EDUARDO PEIXOTO FONTES

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS CÍTRICOS EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO FOLIAR DE NITROGÊNIO E CÁLCIO**

CARLOS EDUARDO PEIXOTO FONTES

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Creste

634.304
F677p

Fontes, Carlos Eduardo Peixoto.

Produtividade e qualidade de frutos cítricos em função da aplicação foliar de nitrogênio e cálcio / Carlos Eduardo Peixoto Fontes – Presidente Prudente, 2014.
49f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2014.

Bibliografia.

Orientador: Professor Dr. José Eduardo Creste

1. Adubação. 2. Citros. 3. Nutrição. I. Título.

CARLOS EDUARDO PEIXOTO FONTES

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS CÍTRICOS EM FUNÇÃO DA
APLICAÇÃO FOLIAR DE NITROGÊNIO E CÁLCIO**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Presidente Prudente, 22 de agosto de 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Orientador José Eduardo Creste
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente – SP

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente – SP

Prof. Dr. Pedro Antônio Martins Auler
Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR
Paranavaí - PR

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Luiz Carlos Fontes e Niva Baía Peixoto Fontes, pelo carinho, apoio e exemplo de vida. À meus irmãos, Luís Fernando Peixoto Fontes e Viviane Peixoto Fontes Vicensotto, por sempre me acompanharem, qualquer que seja a distância. À minha esposa Rosimeire, pela compreensão e paciência. E, finalmente, às minhas duas filhas Laura e Helena, sem as quais o esforço simplesmente não faria sentido.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela criação, pela saúde e por colocar em meu caminho, tantas pessoas e amigos insubstituíveis.

Ao meu orientador Professor Dr. José Eduardo Creste, pelos conhecimentos, pela amizade, pela compreensão e pelo apoio em todos os momentos, e a quem passei a ter como referências pessoal e profissional.

A todos os Professores, ao Coordenador do Curso Prof. Dr. Fábio Fernando de Araújo, ao Vice-coordenador do Curso Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan e a todos os funcionários da UNOESTE, pelo profissionalismo, companheirismo e compreensão.

Ao Dr. André Luís Teixeira Creste, Diretor Agrícola da Fazenda São José, Rio Claro - SP, e a todos os funcionários da fazenda que, direta ou indiretamente, contribuíram para o presente trabalho.

Aos colegas do Instituto EMATER Mario Nativo Baldin, José Odair Mazia, Ney Maior Maqueda (*in memoriam*) e Ricardo Augusto da Silva, pelo apoio antes e durante a realização do curso.

A todos os colegas de Mestrado, em especial Wellington Guerra, Antônio Carlos Rebeschini e, novamente, Ricardo Augusto da Silva, que me acompanharam durante todo o período na UNOESTE, pelos preciosos momentos de convívio, amizade e aprendizado.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito debaixo do céu;

Há tempo de nascer, e tempo de morrer; tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou;

Tempo de matar e tempo de curar; tempo de derrubar e tempo de edificar;

Tempo de chorar e tempo de rir; tempo de prantear, e tempo de dançar;

Tempo de espalhar pedras, e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar, e tempo de afastar-se de abraçar;

Tempo de buscar, e tempo de perder; tempo de guardar, e tempo de lançar fora;

Tempo de rasgar, e tempo de coser; tempo de estar calado, e tempo de falar;

Tempo de amar, e tempo de odiar; tempo de guerra e tempo de paz”.

(Eclesiastes 3, 1-8)

RESUMO

Produtividade e qualidade de frutos cítricos em função da aplicação foliar de nitrogênio e cálcio

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a qualidade de frutos cítricos em função da aplicação foliar de nitrogênio e cálcio, utilizando como fonte dos nutrientes o fertilizante foliar comercial 'Nitroplus 9' (10% de N e 9% de Ca) e o fertilizante mineral nitrato de cálcio (15,5% de N e 9,5% de Ca) pulverizado em diferentes estágios fenológicos da cultura. O experimento foi conduzido em lavoura comercial de laranja 'Pera', enxertada em tangerineira 'Sunki', com 4 anos de idade e localizada no município de Rio Claro, SP. Foram realizados 5 tratamentos, onde foram estudadas 1 dose do fertilizante nitrato de cálcio, 3 doses do fertilizante foliar 'Nitroplus 9' e a testemunha. Os tratamentos foram os seguintes: 1 – Testemunha (sem adubação foliar); 2 – 3 aplicações de 10 Kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio; 3 – 3 aplicações de 10 litros ha⁻¹ de 'Nitroplus 9'; 4 – 3 aplicações de 20 litros ha⁻¹ de 'Nitroplus 9'; e, 5 - 3 aplicações de 30 litros ha⁻¹ de 'Nitroplus 9'. As aplicações foliares foram realizadas nos estágios fenológicos R1/R2 (outubro/2012), F1 (novembro/2012) e na vegetação outonal (abril/2013). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 6 repetições. Os tratamentos 3, 4 e 5 proporcionaram efeitos significativos nos parâmetros qualitativos, proporcionando aumento no teor de sólidos solúveis totais, no 'ratio' e no rendimento industrial.

Palavras-chave: Citros; Adubação; Florescimento; Nutrientes; Rendimento Industrial.

ABSTRACT

Nitrogen and calcium foliar fertilization on yield and fruit quality on *Citrus*

The objective of this work was to study the effect of foliar fertilization with nitrogen and calcium on yield and fruit quality. The nutrients source used were the commercial fertilizer 'Nitroplus 9' (10% of N and 9% of Ca) and the mineral fertilizer calcium nitrate (15,5% of N and 9,5% of Ca), applied on different phenological stages of the crop. The experiment were conducted on a 4 year-old commercial orchard of 'Pera' orange, grafted on 'Sunki' tangerine, placed at Rio Claro, SP. It was studied five different treatments: one calcium nitrate treatment, three 'Nitroplus 9' different dosis and control. The treatments conducted were: 1 – Control (no foliar fertilization); 2 – Three foliar applications of 10 Kg ha⁻¹ with calcium nitrate; 3 - Three foliar applications of 10,0 l ha⁻¹ with 'Nitroplus 9'; 4 - Three foliar applications of 20,0 l ha⁻¹ with 'Nitroplus 9'; and, 5 - Three foliar applications of 30,0 liters ha⁻¹ with 'Nitroplus 9'. The foliar fertilizations were made on the phenological stages R1/R2 (October/2012), F1 (November/2012) and in the autumn vegetation (april/2013). The experimental design was randomized complete block with six replicates. Treatments 3, 4 and 5 lead to a significant increase on quality parameters, in other words, on total soluble solids, on 'ratio' and on industrial yield.

Keywords: Citrus; Fertilization; Flowering; Nutrients; Industrial Yield.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	Estádios fenológicos reprodutivos da planta cítrica.....	20
QUADRO 2 -	Estádios fenológicos de frutificação da planta cítrica.....	21
QUADRO 3 -	Estádios fenológicos vegetativos da planta cítrica.....	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Precipitação pluvial (em mm) no período de janeiro a dezembro de 2012. Fazenda São José, Rio Claro, SP.....	33
FIGURA 2 -	Precipitação pluvial (em mm) no período de janeiro a novembro de 2013. Fazenda São José, Rio Claro, SP.....	33
FIGURA 3 -	Médias da produtividade ($t\ ha^{-1}$) de laranja 'Pêra' em função dos diferentes tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	40
FIGURA 4 -	Médias do índice 'ratio' do suco dos frutos de laranja 'Pêra' em função de diferentes tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	42
FIGURA 5 -	Médias do Rendimento Industrial da laranja 'Pêra' em função de diferentes tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Efeitos individuais dos nutrientes sobre a qualidade dos citros.....	31
TABELA 2 -	Teores totais de macro e micronutrientes adequados para plantas cítricas.....	34
TABELA 3 -	Descrição dos diferentes tratamentos (produtos), doses e épocas de aplicação em laranja Pera, enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio claro, SP, 2013.....	35
TABELA 4 -	Efeitos dos tratamentos considerando-se a massa (g) média dos frutos na florada nº 1, o nº de frutos por florada e o nº de frutos totais de laranja Pera, enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio Claro, SP, 2013.....	37
TABELA 5 -	Efeito dos diferentes tratamentos na produção de laranjeira 'Pêra' enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	39
TABELA 6 -	Efeito dos diferentes tratamentos nos componentes tecnológicos da laranjeira 'Pêra' enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	41
TABELA 7 -	Teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}) da laranjeira 'Pêra' enxertada em tangerineira 'Sunki', em função dos tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	43
TABELA 8 -	Efeito dos diferentes tratamentos nos teores foliares de micronutrientes (mg kg^{-1}) da laranjeira 'Pêra' enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Cultura do citros – Generalidades.....	17
2.2	Florescimento.....	18
2.3	Adubação foliar.....	26
2.4	Nitrogênio.....	27
2.5	Cálcio.....	28
2.6	Rendimento industrial.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Produção de frutos.....	37
4.2	Qualidade do fruto.....	40
4.3	Estado nutricional das plantas.....	43
5	CONCLUSÕES.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas cítricas ainda é umas das principais atividades econômicas desenvolvidas no agronegócio brasileiro, principalmente para o Estado de São Paulo.

De acordo com estatísticas encontradas na literatura, a produção nacional totalizou 468.806.078 cxs em 2012, contra 486.073.211 cxs produzidas em 2011. Quantificadas em toneladas métricas, a produção brasileira representou 38,15% e 40,47%, respectivamente, nos anos de 2012 e 2011, de toda produção mundial de laranja.

O estado de São Paulo produziu 354.985.245 cxs em 2012 (75,7% da produção nacional), e 375.743.284 cxs em 2011 (77,3% da produção nacional), constatando-se a redução na produção paulista, e, dada sua representatividade na produção nacional, seu reflexo na produção brasileira.

Em termos de área colhida, foram colhidos no Brasil em 2012 808.151 ha (destes, 549.542 ha, ou 68,0%, no estado de São Paulo), contra 777.642 ha (dos quais 525.514 ha, ou 67,5%, no estado de São Paulo) no ano de 2011, enfatizando a importância da participação do estado de São Paulo na produção nacional.

Grandes estoques de suco, nacionais e internacionais, a crise europeia e bloqueios alfandegários dos EUA, a partir de 2012, configuraram-se como importantes desafios e fatores de desestímulo à produção citrícola para 2013 (AGRIANUAL, 2014).

Atualmente, a citricultura encontra-se num momento bastante delicado, face aos inúmeros problemas fitossanitários que assolam e preocupam o setor e a manutenção desta atividade nas principais regiões produtoras, especialmente no estado de São Paulo. Assim, a elevação da produtividade e da qualidade dos frutos têm sido uma das metas de todo o setor, o qual busca maiores conhecimentos no uso e nas interferências da tecnologia no florescimento, pegamento de flores e frutificação das principais variedades cítricas por parte do uso de melhores práticas fertilizantes e pelo uso de outras práticas culturais. Este têm sido objeto de estudo em diversas culturas nos últimos anos, uma vez que muitos experimentos têm demonstrado efeitos na indução floral, no florescimento, na fixação de flores e frutos, no desenvolvimento e, em aspectos qualitativos dos frutos, não somente em citros como também em diversas outras culturas.

Fora do contexto biologia, a citricultura ainda enfrenta poderosa barreira alfandegária imposta pelo principal mercado exterior, os Estados Unidos. Por isso, talvez, empresas brasileiras produtoras e processadoras de laranjas vêm produzindo, nos últimos anos, significativa porcentagem de laranja e suco na Flórida, Estados Unidos (NEVES; ZYLBESZTAJN; NEVES, 1998).

A produtividade e a qualidade das frutas são dependentes de inúmeros fatores, dentre os quais, o material genético (AULER; FIORI-TUTIDA; SCHOLZ, 2009). Frutos de alta qualidade são condição fundamental para produção de suco de alta qualidade, sendo influenciados pelas condições meteorológicas e climáticas presentes durante a formação, desenvolvimento e maturação dos mesmos, de maneira que as condições climáticas regionais podem ser as mais determinantes (VOLPE; SCHOFFEF; BARBOSA, 2002).

Segundo Ortolani, Pedro e Alfonsi (1991), o clima interfere de forma decisiva na maturação, na taxa de crescimento e nas características físico-químicas dos frutos. Portanto, o clima predominante no período de desenvolvimento dos frutos numa safra é fator significativo para a produtividade e a qualidade dos mesmos. A produção dos citros é uma atividade influenciada significativamente pelo clima, sendo este importante para a definição das regiões de produção.

A fisiologia dos citros é influenciada por diversos elementos meteorológicos, como temperatura, precipitação, horas de insolação, vento, dentre outros. Estes fatores interagem com os demais componentes do sistema de produção, assim como o solo, o material genético e as práticas culturais aplicadas na condução da cultura.

Por outro lado, a nutrição tem papel importante na produtividade e na qualidade da produção. Neste caso, as funções do nitrogênio são conhecidas e a sua importância para a cultura dos citros têm sido bastante ressaltada na literatura (DASBERG, 1987). No que diz respeito às funções do cálcio, a literatura a respeito de suas funções na nutrição de plantas cítricas é bastante concordante no que diz respeito ao cálcio ser o elemento mais exigido pelos citros (CHAPMAN, 1961).

De acordo com Embleton e Jones (1974), há significativo aumento do teor foliar de N de laranjeiras com três pulverizações com solução contendo uréia. Complementarmente, Lea-Cox e Syvertsen (1995) comprovaram aumento de 7,6% no teor foliar de N, mediante aplicações foliares.

Segundo Pereira (2002), o Ca aplicado antes da antese e após o desenvolvimento inicial dos frutos do meloeiro proporcionaram maior pegamento de frutos, resultando em um número maior de frutos por planta, maior produção comercial, firmeza e espessura de polpa de frutos. Da mesma forma, Cavalcante et al. 2014, relatam que a pulverização das plantas com cálcio, independentemente da fonte, elevou o número de frutos e a produtividade do maracujazeiro amarelo.

Neste contexto, este experimento teve por objetivo avaliar o uso da adubação foliar com nitrogênio e cálcio, aplicados através do fertilizante foliar comercial 'NITROPLUS 9' (Marca comercial e registrada da Stoller do Brasil Ltda.), aplicado em diferentes doses e estádios fenológicos, nos aspectos qualitativos e quantitativos de um pomar de laranja 'Pêra', na região sudoeste do Estado de São Paulo. Para efeito comparativo, utilizou-se também o fertilizante mineral nitrato de cálcio, também aplicado em pulverização foliar, em dose única e comumente utilizada em pomares comerciais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do citros – Generalidades

A laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], bem como as plantas do gênero *Citrus*, são nativas do sudeste do continente asiático, e encontraram, no Brasil, condições até melhores para vegetarem e se desenvolverem do que nos seus centros de origem.

Sua introdução no Brasil foi feita pelos portugueses a partir de 1530, com o início da colonização, espalhando-se rapidamente por todo litoral brasileiro, e, a partir daí, também para o interior do país (HASSE, 1987). Gradativamente, foi ganhando território acompanhando o aumento da população, estabelecendo-se mais fortemente nos estados da São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia, e já no início do século XX deu-se a formação do que veio a ser o principal parque citrícola do Brasil, instalado na região de Limeira – SP.

Devido à importância que a cultura representava, tanto para o consumo interno, quanto para exportação, passa a haver forte estímulo governamental, especialmente no estado de São Paulo, para o desenvolvimento da citricultura dentro de padrões tecnológicos mais modernos e produtivos, com a criação de centros de pesquisa e forte fomento à expansão da cultura (ANDRADE, 1930). O Brasil, que tinha no estado da Flórida, dos Estados Unidos da América, seu principal concorrente no mercado internacional, teve o impulso final com as fortes geadas que atingiram aquela região na safra de 1962/1963, o que abriu um imenso campo para a expansão da cultura, que transformou o Brasil no maior produtor de laranja e exportador mundial de suco de laranja (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

O Brasil responde por cerca de 40% de toda produção mundial de laranja, possuindo uma área total em produção de 808.151 ha, dos quais 549.542 ha estão implantados no estado de São Paulo (AGRIANUAL, 2014).

De toda a área de cultivo de citros no mundo, cerca de 70% correspondem às laranjas, 14% às tangerinas, 9% às cidras, limas e limões e 7% às toranjas (DOORENBOS; KASSAM, 1994), e estão disseminadas por todos os continentes, concentrando-se a exploração comercial dessa cultura, predominantemente, nas regiões tropicais e subtropicais, entre as latitudes de 20° e 40° dos dois hemisférios, onde os regimes térmicos e/ou hídricos são mais satisfatórios.

Segundo Sentelhas (2005), estas características demonstram a grande capacidade de adaptação do gênero *Citrus* a diversos tipos de ambientes, mas que também ocasionam diferentes respostas quanto à duração do ciclo, exigência hídrica, qualidade dos frutos e necessidades em termos de tecnologia a serem empregadas.

Segundo Judd et al. (1999), a laranja é classificada na Família *Rutaceae*. O gênero *Citrus* é composto por plantas de porte médio (arbóreo/arbustivo), apresentando flores brancas e aromáticas e com fruto do tipo baga, e que apresentam vesículas de armazenamento preenchidas por suco de grande interesse comercial. O sistema radicular é de tipo pivotante, sendo que acima de 80% do total de raízes concentram-se nos primeiros 30 cm de profundidade. O caule é lenhoso e com presença de lenticelas, folhas alternas ou opostas, frequentemente compostas, pinadas ou reduzidas trifoliadas, e flores radiais, bissexuais ou unissexuais.

Com relação às exigências climáticas, Reuther (1973) afirma que temperaturas abaixo de 12-13 °C reduzem sensivelmente o metabolismo da maioria das espécies cítricas. A partir deste nível o metabolismo aumenta progressivamente até a temperatura de 31 °C, e volta a decrescer até os 36 °C, paralisando totalmente entre 38 e 40 °C. Com relação a temperaturas baixas, Ortolani, Pedro e Alfonsi (1991) afirmam que o grau de tolerância é bastante variável segundo as espécies, variedades, estádios fenológicos da planta, época de ocorrência, intensidade e duração do frio, sendo os danos mais significativos com temperaturas abaixo de 2,2 °C negativos.

Quanto ao fator hídrico, segundo Ortolani, Pedro e Alfonsi (1991), as principais regiões citrícolas apresentam uma precipitação anual variando entre 1.000 e 2.000 mm, e geralmente apresentam uma estação seca, o que apresentará efeitos sobre o comportamento fisiológico da planta, notadamente quanto ao florescimento.

2.2 Florescimento

Segundo Lucchesi (1987), a fenologia é a ciência que estuda as diferentes fases de desenvolvimento dos vegetais e a relação destas com as

condições físicas do ambiente, especialmente com a temperatura do ar, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica do solo. O estabelecimento de tais relações possibilita o conhecimento das respostas das plantas quando submetidas a diferentes condições climáticas, informação de grande importância para o planejamento e implantação da citricultura.

De acordo com Reuther (1977), o ciclo de desenvolvimento das plantas cítricas varia entre seis a 16 meses, dependendo da espécie, da variedade e da variação sazonal das condições térmicas e hídricas do local.

Diversos autores, dentre eles, Reuther (1973; 1977), Kalma e Fuchs (1976), Bem Mechlia e Carrol (1989), Bautista, Rojas e Avilan (1991), Ortolani, Pedro e Alfonsi (1991) e Gat, Erner e Goldschmidt (1997), são concordantes de que, durante todo o ciclo de desenvolvimento, a planta passa por diversas fases, sendo as mais enfatizadas pela literatura as que vão do florescimento à maturação dos frutos; sendo igualmente importantes, porém, as fases de indução floral e repouso vegetativo, ocorrendo essa última no entanto, apenas nos locais onde períodos de estresse térmico ou hídrico são bem definidos.

Os Quadros 1, 2 e 3, apresentados na sequência foram elaborados pela empresa Stoller do Brasil Ltda. e descrevem os estádios fenológicos (reprodutivo, de frutificação e vegetativo) de forma didática e individualizada, porém é fundamental a compreensão de que tratam-se de fenômenos biológicos e que ocorrem continua e simultaneamente em um pomar comercial, e, muitas vezes numa mesma planta, sendo altamente dependentes de condições climáticas.

De acordo com Davies e Albrigo (1994), a indução floral decorre de estímulos ambientais ligados à redução do crescimento das plantas, principalmente a redução de temperaturas em climas subtropicais, ou ainda, períodos de seca em regiões tropicais. Conforme Reuther (1973; 1977), em regiões tropicais sem estresses térmicos ou hídricos, fatores internos, tais como o balanço hormonal e nutricional, dentre outros, proporcionam lançamento de pequenas floradas. Número significativo de botões florais, exigem temperaturas abaixo de 18 °C por várias semanas, ou ainda, períodos de estiagem acima de 30 dias (INOUE, 1990; DAVIES; ALBRIGO, 1994), de maneira que, quanto maior o grau de severidade ambiental, maior o grau de indução (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986).

QUADRO 1 – Estádios fenológicos reprodutivos da planta cítrica.



R1 – Início da brotação reprodutiva, com os poucos botões florais pouco visíveis, estando geralmente encobertos encobertos parcialmente pelas folhas desta brotação.



R2 – Botões florais facilmente visíveis, estando ainda completamente envolvidos pelas sépalas (botões verdes).



R3 – Alongamento das pétalas, onde as sépalas abrangem a metade da corola (botões brancos).



R4 – Corola ainda em expansão, porém com a maioria dos botões florais com pétalas abrangendo a maior parte do botão floral, em relação ao cálice.



R5 – Corola no seu tamanho máximo. Botões na iminência da abertura.



R6 – Marcado pela antese, onde gradualmente os botões abrem-se em flores até que praticamente 100% dos botões estejam abertos (plena floração). A fase final deste estágio corresponderá ao início do aparecimento de pétalas caídas e/ou secas.



R7 – Fase final do florescimento, onde identificam-se dois terços das pétalas já caídas e/ou secas, onde o ovário em desenvolvimento e crescimento conduz, após a antese, ao início da frutificação. Estádio de evidente transição entre o florescimento e a frutificação.

Fonte: Guia de fases de desenvolvimento CITROS – Stoller do Brasil Ltda.

QUADRO 2 – Estádios fenológicos de frutificação da planta cítrica.



F1 – Início da frutificação, com todas as pétalas já caídas e/ou secas e os frutos jovens com diâmetro entre 3 e 5 mm.



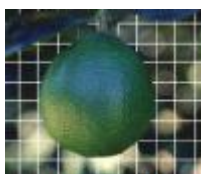
F2 – Frutos em desenvolvimento inicial com diâmetro entre 5 e 10 mm. Neste estágio, pode-se identificar a queda fisiológica de frutos novos em plena fase.



F3 – Frutos com cerca de 15 a 20 mm de diâmetro. Fase final da queda fisiológica de frutos. Aumento de tamanho predominantemente devido ao crescimento do albedo.



F4 – Frutos com 30 a 40 mm de diâmetro. Nota-se o aumento do tamanho dos lóculos e das vesículas de suco, comprimindo e esticando a casca.



F5 – Frutos com $\frac{3}{4}$ do tamanho final, ou seja, entre 50 e 60 mm de diâmetro.



F6 – Frutos com tamanho final quase todo definido, e crescimento muito reduzido, entre 60 e 80 mm de diâmetro. Coloração da casca verde-clara e com alguns tons amarelados, definindo o início da maturação.



F7 – Frutos em fase intermediária de maturação, apresentando casca com coloração verde-amarelada.



F8 - Final da maturação. Frutos apresentam casca com coloração amarelo-alaranjada e características internas adequadas para o consumo.

Fonte: Guia de fases de desenvolvimento CITROS – Stoller do Brasil Ltda.

QUADRO 3 – Estádios fenológicos vegetativos da planta cítrica.



V1 – Gema dormente. Este estágio pode preceder o estágio R1 caso a gema se diferencie a formar brotação reprodutiva.



V2 – Início da brotação vegetativa, com as folhas iniciando o distanciamento entre elas, porém com o eixo central da brotação pouco definido.



V3 – Brotação vegetativa com as folhas nitidamente distanciadas uma das outras e com o eixo central da brotação definido e bem caracterizado.



V4 – Ramo vegetativo com $\frac{1}{4}$ do tamanho final.



V5 – Ramo vegetativo com metade do tamanho final.



V6 – Ramo vegetativo com $\frac{3}{4}$ do tamanho final, ainda exibindo coloração verde-clara.



V7 – Ramo vegetativo maduro, com tamanho final definido e coloração verde-escura.

Fonte: Guia de fases de desenvolvimento CITROS – Stoller do Brasil Ltda.

Segundo Lovatt et al. (1984), o período entre a indução floral e a antese está relacionado com o acúmulo térmico, ou seja, com o total de graus-dia necessário para que os botões florais estejam aptos para se abrir. Assim, a antese somente ocorrerá após a necessidade de graus-dia ter sido atingida e quando houver água disponível no solo. Isso resulta em considerável variação no período entre a indução floral e a antese, tanto entre os diferentes anos de produção como entre as diferentes regiões produtoras (DAVIES; ALBRIGO, 1994; VOLPE, 1992). Moss (1969), estudando a influência da temperatura no florescimento dos citros, observou que o tempo entre a indução floral e a antese aumenta progressivamente com a diminuição da temperatura do ar ao longo desse período; observou, também, que o florescimento foi muito mais intenso nos tratamentos com temperaturas mais baixas. Isso também foi obtido por Lovatt, Zheng e Hake (1988), que verificaram que, sem o período de estresse térmico, houve a produção de apenas seis flores por árvore, ao passo que, no tratamento com oito semanas com estresse térmico, as flores por planta atingiram 347. Esse número foi ainda maior (26%), quando o estresse térmico foi acompanhado da aplicação de uréia via foliar na primeira semana de baixas temperaturas.

De acordo com Erickson (1968) e Reuther (1973), regiões climáticas sujeitas a estresses térmicos e/ou hídricos induzem repouso vegetativos às plantas cítricas, com redução da taxa de crescimento, ou até mesmo, sua paralização. Contrariamente, regiões não sujeitas a estas condições, apresentam fluxos mais contínuos e uniformes de crescimento e florescimento, e não havendo concentração de produção em determinadas épocas. Disto decorre que o repouso vegetativo não é condição básica para que o florescimento ocorra; a produção de botões florais e, conseqüentemente, o florescimento, porém, são menos intensos quando o período de repouso vegetativo não ocorre.

Segundo Davies e Albrigo (1994), com o restabelecimento da umidade e temperaturas favoráveis, após os períodos de indução floral e diferenciação, ocorre a antese. Este comportamento é tanto mais acentuado, quanto mais próximo das regiões subtropicais, onde este período de estresse é proporcionado pelas condições de inverno e/ou estiagem, comum nestas regiões, com maior concentração de florescimento logo após o mesmo.

Plantas cítricas produzem em torno 100 a 200 mil flores (DAVIES; ALBRIGO, 1994), das quais apenas 15 a 20% permanecerão ligadas à planta e

entre 0,1 a 6% produzem frutos maduros (ERICKSON; BRANNAMAN, 1960; ERICKSON, 1968; MONSELISE, 1986). Diversos fatores promovem a queda de flores e frutos recém-formados, dentre eles, destacam-se desde aspectos morfológicos, fisiológicos e fitossanitários, até fatores ambientais, como temperaturas extremas, chuvas excessivas, rajadas de ventos e déficits hídricos (REUTHER, 1973; DAVIES; ALBRIGO, 1994; DOORENBOS; KASSAM, 1994).

Condições ambientais, especialmente a temperatura do ar, também afetam a polinização cruzada mesmo esta não sendo essencial na maioria das espécies cítricas. Neste aspecto, abaixo de 12,5 °C praticamente paralisam a atividade de abelhas, principal inseto polinizador, assim como temperaturas abaixo de 20 °C cessam o crescimento do tubo polínico (FROST; SOOST, 1968; DAVIES; ALBRIGO, 1994).

Após o florescimento, o período de fixação de frutos é extenso, iniciando-se logo após a polinização. As causas da queda de frutos são difíceis de serem identificadas e podem ser de natureza fisiológica, ambiental e/ou fitossanitárias (REUTHER, 1977). No início, durante as seis a oito semanas após a antese, a abscisão de pequenos frutos se dá em razão de sua formação defeituosa (DAVIES; ALBRIGO, 1994) e também de altas temperaturas (REUTHER, 1977). Após esse período, os frutos remanescentes continuam sofrendo abscisão durante cerca de dois a três meses, sendo o processo, nessa fase, influenciado principalmente pela combinação de alta temperatura do ar (acima de 35 °C), baixa umidade relativa e intensa velocidade do vento (REUTHER, 1977; BEN MECHLIA; CARROL, 1989). Após esse período, no final da primavera e no início do verão, entre novembro e dezembro no hemisfério sul e entre maio e junho no norte, verifica-se grande queda de frutos, de diâmetro de 0,5 a 2 cm, provavelmente relacionada à competição por carboidratos, água, hormônios e outros produtos metabólicos (DAVIES; ALBRIGO, 1994), sendo ainda influenciada por temperaturas elevadas, entre 35 e 40 °C, e pela baixa umidade do solo (REUTHER, 1977). Essa queda de frutos é conhecida como June drop no hemisfério norte ou November drop no sul, ou, ainda, como physiological drop, ou seja, “queda fisiológica”. Após esse período, a queda de frutos diminui drasticamente, surgindo somente sob condições climáticas extremas, que combinem elevadas temperaturas, baixa umidade do ar e intenso déficit hídrico.

Na maioria das espécies cítricas, o crescimento dos frutos pode ser dividido em quatro fases (BAIN, 1958). A primeira fase é a de Divisão Celular (DVC), que dura entre um e um e meio meses após a polinização, na qual quase a totalidade das células irão se formar e praticamente definir o tamanho potencial máximo do fruto, sendo influenciada pelas condições ambientais (DAVIES; ALBRIGO, 1994). Na segunda fase, ocorre a diferenciação celular (DFC), com a formação de outros tipos de tecidos nos pequenos frutos (RODRIGUEZ, 1987; DAVIES; ALBRIGO, 1994). A terceira fase, denominada de expansão celular (EC), caracteriza-se pelo rápido crescimento do fruto e aumento da respiração e da percentagem total de sólidos solúveis. Durante essa fase, as células aumentam seu volume até em 1.000 vezes (DAVIES; ALBRIGO, 1994). A duração desta fase varia de acordo com a espécie e com a variedade, sendo que, no caso das laranjas doces pode variar entre três a quatro meses nas regiões tropicais até 10 a 12 meses em regiões subtropicais, visto que a temperatura a influencia muito fortemente. A quarta fase é denominada de maturação (M) e se inicia quando a casca começa a perder a coloração verde intensa. É caracterizada pelo lento crescimento do fruto, pequeno aumento do total de sólidos solúveis e rápido decréscimo da acidez total (ERICKSON, 1968; RODRIGUES, 1987; DAVIES; ALBRIGO, 1994) e pode durar vários meses, dependendo das condições térmicas do local.

Para a laranja Valência, a duração total do período entre o florescimento e a maturação, ou seja, até o ponto em que a relação entre o total de sólidos solúveis (°Brix) e ácidos atinja níveis aceitáveis, varia de seis a sete meses, nas regiões quentes dos trópicos, até 14 a 16 meses, nas de temperaturas mais amenas de clima mediterrâneo. Esse período variará também entre diferentes espécies de citros, assim como com as condições hídricas do solo, especialmente durante as Fases III e IV (REUTHER, 1973; 1977; ORTOLANI; PEDRO; AIFONSI, 1991; DAVIES; ALBRIGO, 1994). Além disso, o tempo em que os frutos poderão permanecer armazenados nas plantas também irá depender das condições de temperatura e umidade, de maneira que em regiões mais quentes, como as tropicais, os frutos permanecem viáveis nas plantas após a maturação efetiva por três a quatro semanas, enquanto que em temperaturas mais amenas, como as subtropicais, este período pode chegar a seis meses (REUTHER, 1973; 1977).

2.3 Adubação foliar

Segundo Leece (1976), a presença da cutícula, que se constitui em uma camada externa de células da parede da epiderme e coberta por camadas de ceras compostas por álcoois de cadeia longa, cetonas e ésteres de ácidos graxos, presente em folhas maduras de citros, restringe a absorção de íons e moléculas pelas folhas e esta camada é considerada relativamente espessa, com cerca de 4 μm . Abaixo desta camada, existe uma segunda camada, esta composta por celulose, cutina, cera e pectina. Ambas têm como função primordial reduzir a perda de água e nutrientes, pela transpiração excessiva das plantas.

Aplicações foliares são capazes de proporcionar rápida absorção de elementos nutricionais, porém seu efeito é de curto prazo, e sua eficiência pode ser reduzida devido a vários fatores, dentre eles: a) folhas de cutículas espessas, como as de citros, podem reduzir sua penetração; b) repelência de superfícies hidrofóbicas; c) lavagem pela chuva; d) rápida secagem da solução aplicada; e) alguns nutrientes apresentam baixa mobilidade e redistribuição pelo floema (e.g. Ca, B, Mn e Zn), do local de aplicação para outras partes da planta; e, f) quantidade limitada de macronutrientes que pode ser suprida em uma aplicação foliar em razão do risco de injúrias por salinidade (MARSCHNER, 1995).

Segundo Bevilaqua, Silva Filho e Possenti (2002), o fornecimento de nutrientes para as plantas através da adubação foliar têm crescido tanto no Brasil, quanto em outras partes do mundo. Contudo, o sucesso no uso desta técnica depende do correto conhecimento sobre quando utilizá-la, quais os nutrientes a serem aplicados, e quais as épocas e dosagens a serem fornecidas.

A adubação foliar das culturas está baseada no fato de que as plantas, na sua evolução do habitat marinho para o terrestre, mantiveram nas suas folhas a capacidade primitiva de absorver nutrientes (e outros elementos). A aplicação foliar de nutrientes, quando comparada com a tradicional via solo, é um “atalho” para alimentar a planta, uma vez que os nutrientes são fornecidos diretamente para a planta, sendo os seguintes os fins principais dessa prática: a) correção mais rápida de deficiências; complementação de adubação feita no solo; e, c) melhoramento da qualidade do produto agrícola (MALAVOLTA; VIOLANTE NETTO, 1989).

De acordo com Malavolta (2006) vários fatores podem influir na absorção foliar de nutrientes, que podem ser relativos à planta (cera cuticular,

presença de tricomas, estômatos, lado da folha (adaxial ou abaxial), idade da folha, turgor, umidade superficial, capacidade de troca catiônica, estado nutricional, cultivar e estágio de crescimento), ao meio (temperatura, luz, fotoperíodo, vento, umidade, hora do dia, potencial osmótico do meio da raiz, disponibilidade do nutriente no solo ou no substrato) ou ainda, relativos à solução aplicada (concentração, dose e frequência, elemento e composto, íons acompanhantes, pH, polaridade, componentes da mistura, uréia, açúcar, surfactantes e técnica de aplicação). Cada um destes condicionantes afetará a absorção de modos diferentes, levando em conta os diferentes elementos a serem aplicados.

2.4 Nitrogênio

Malavolta (2006) relata que o nitrogênio é um dos principais elementos exigidos pelas plantas, estando presente como constituinte estrutural, ativador enzimático ou participando de processos biológicos, e estando presente em aminoácidos e proteínas, bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, enzimas e coenzimas, vitaminas, glico e lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários. É elemento indispensável e diversos processos, como, absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses em geral, multiplicação e diferenciação celular, hereditariedade, dentre outros. Ainda Malavolta e Violante Netto (1989), afirma que o nitrogênio é absorvido durante o ano todo, sendo o processo mais rápido nos meses mais quentes. O elemento é particularmente importante no florescimento, de maneira que, dentre de certos limites, o número de flores formadas é diretamente proporcional ao teor de nitrogênio na planta. Ocorrendo ainda, neste período, a translocação do nitrogênio das folhas para as estruturas florais. O nível de nitrogênio da planta influencia ainda a absorção e/ou redistribuição de praticamente todos os demais elementos.

O nitrogênio influi diretamente sobre a área foliar, a morfologia das folhas, a eficiência fotossintética, a fixação dos frutinhos, produção e qualidade dos frutos (MATTOS JÚNIOR; BATAGLIA; QUAGGIO, 2005). Smith (1969), em ensaio de campo de longa duração, demonstrou os efeitos do suprimento de nitrogênio relacionando-o ao índice de área foliar na formação da produção. Com o aumento da aplicação de nitrogênio também aumentaram o número de folhas por ramo e a

densidade de folhas, e, conseqüentemente, uma maior taxa de assimilação de gás carbônico, desdobrando-se em maior potencial de produção do citros.

De acordo com Mattos Júnior et al. (2005), o nitrogênio tem efeitos diretos sobre a qualidade interna do suco aumentando o teor de suco, o teor de sólidos solúveis, a acidez, a cor do suco e o rendimento em sólidos solúveis. Com relação às características externas dos frutos, a massa e a espessura da casca são diminuídas e a cor verde da casca é aumentada.

O nitrogênio também é intensamente redistribuído na planta para órgãos via floema, principalmente órgãos em desenvolvimento, que se constituem e drenos de nutrientes e assimilados (MORENO; GARCIA-MARTÍNEZ, 1984). Segundo Mattos Júnior, Graetz e Alva (2003), os frutos representam drenos fortes, que chegaram a dados experimentais onde 40% do N recuperado do total aplicado na forma de nitrato de amônio em árvores de laranja Hamlin, com 6 anos de idade, 18% do N estavam nos frutos.

Segundo Lovatt, Zheng e Hake (1988), a diferenciação floral em citros não é afetada pelo teor de amônia na folha, ela é substrato para síntese de arginina e poliaminas, que podem influenciar o florescimento, através da estimulação de processos de divisão e alongação celular.

2.5 Cálcio

Segundo Malavolta et al. (2006), a absorção de cálcio se dá na forma iônica bivalente Ca^{2+} , ou ainda, em outros compostos quelatizados. Sua absorção é altamente dependente de umidade no solo e seu movimento na planta é acropétalo, ou seja, apenas unidirecional, sendo muito pouco transportado pelo floema e dificilmente fazendo o caminho inverso. Sua absorção pela via foliar é reduzida e localizada, exigindo aplicações repetidas para obtenção de resultados satisfatórios.

Seu fornecimento é essencial na manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas e das paredes celulares, de forma que sua deficiência ocasiona perda de conteúdo citoplasmático. O cálcio apresenta efeitos bastante variados no crescimento e desenvolvimento das plantas, dentre eles: atraso no amadurecimento e senescência de plantas e frutos; melhora a qualidade de frutos e

hortaliças; afeta processos fisiológicos na planta (geotropismo, fotossíntese, divisão celular, movimentos celulares, dentre outros).

O cálcio atua, ainda, como mensageiro secundário, e, mediante as variações em sua concentração, ativam numerosas enzimas, responsáveis por inúmeros processos fisiológicos na planta. Um exemplo destes processos, diz respeito à associação do cálcio com as calmodulinas, que apresentam forte efeito no retardamento da abscisão de folhas e frutos de plantas cítricas.

Observações a campo, juntamente com algumas pesquisas em andamento, têm demonstrado que o fornecimento de cálcio durante a primavera têm proporcionado maior fixação de frutos jovens e melhor qualidade das frutas cítricas. Iwahori e Oohata (1980), constaram que aplicações foliares de cloreto de cálcio (CaCl_2), reduziram a queda excessiva de folhas e frutos pequenos em tangerina Ponkan (*C. reticulata* Blanco) e Kunquat (*Fortunella crassifolia* Swingle), devido à sua importância na estrutura da epiderme das plantas.

O fornecimento de cálcio às plantas é preponderantemente efetuado pelo solo, sendo sua absorção principalmente realizada por fluxo de massa, exigindo, portanto, umidade satisfatória para que seja colocado em contato com a raiz em quantidade satisfatória.

2.6 Rendimento Industrial

Segundo Pozzan e Triboni (2005), a maturação e posterior colheita da laranja é fator fundamental na produção do suco concentrado e industrializado. As plantas cítricas em função de não possuírem maturação fisiológica climatérica e possuírem relativa resistência ao desprendimento, permitem a execução do processo de colheita de uma forma mais planejada, possibilitando a colheita dentro de padrões aceitáveis para o processamento, ou ainda, consumo *in natura*.

Um planejamento adequado das variedades disponíveis, aliado ao período relativamente longo em que o fruto pode ser “armazenado” na planta proporciona um período de até 10 meses de colheita ao longo do ano. A maturação do fruto só é interrompida no momento da colheita e envolve transformações anatômicas, morfológicas e bioquímicas que podem ser devidamente monitoradas para determinação do momento ideal de colheita, ou ainda, dentro de parâmetros

mínimos de qualidade e características que proporcionem eficiência, tanto na colheita em si, quanto no processamento industrial.

Dentre estes parâmetros, os mais importantes são o peso e o tamanho dos frutos, o teor de suco (geralmente expresso massa de suco / massa dos frutos), concentração de sólidos solúveis (expresso em °Brix ou em quilogramas por caixa de 40,8 Kg), acidez e vitamina C, cor do suco, e ainda, alguns índices derivados, com o *ratio*, a quantidade de sólidos solúveis por caixa e o rendimento industrial de suco (quantidade de caixas necessárias para a produção de uma tonelada de suco concentrado a 66 °Brix), sendo estes os principais parâmetros para determinação do grau de maturação dos frutos de um pomar. A maioria destes parâmetros são obtidos mediante equipamentos e métodos que determinam diretamente estes valores.

As características que definem o estágio de maturação do fruto são bastante variáveis, sendo influenciadas por diversos fatores. O *ratio*, normalmente evolui de forma linear com o grau de maturação do fruto. O acúmulo de sólidos solúveis apresenta um pico de acúmulo nos meses da primavera, enquanto o teor de vitamina C diminui linearmente à medida em que a maturação avança. O peso do fruto é diretamente relacionado à disponibilidade hídrica do solo, diminuindo nos meses de inverno, às vezes até com murchamento dos frutos, que recuperam peso com o retorno da disponibilidade de água.

O comportamento das características de maturação do fruto é dependente basicamente da interação entre temperatura e do regime hídrico, ao longo do processo de desenvolvimento do fruto, de onde decorre que o comportamento climático anual também influencia todo o processo de maturação. A faixa de *ratio* considerada ideal para o processamento industrial do fruto situa-se entre 14 e 16, de maneira que, conforme o comportamento climático do ano em análise, decorre que este permanecerá maior ou menor tempo dentro desta faixa.

Assim como o *ratio*, o teor de sólidos solúveis também é influenciado pela safra, sendo que, de acordo com o cruzamento de informações entre *ratio* e teor de sólidos solúveis é que se forma a base de informações para a tomada de decisão quanto ao ponto de colheita ideal para o processamento industrial.

Diferentes regiões de produção também promovem grandes variações no comportamento e maturação dos frutos. De acordo com Coelho et al. (1987), foram levantadas diferenças bastante significativas na qualidade interna de frutos de

laranjeira 'Pêra' cultivadas em quatro latitudes diferentes: 2 °S, 12 °S, 22 °S e 29 °S. Estes frutos, colhidos no mês de julho, apresentaram, respectivamente, *ratio* de 19,4, 11,7, 8,3 e 6,3, o que demonstra o comportamento desta variedade de acordo com região de produção.

As principais cultivares de laranja também possuem características importantes no planejamento do pomar, visto que apresentam picos diferenciados de maturação ao longo do ano, fator que deve ser considerado no planejamento de plantio, característica tanto mais importante quanto maior for o pomar a ser plantado, a fim de um melhor ajuste da colheita ao longo do tempo.

Existem, ainda, outros fatores que influenciam ou são influenciados pelo grau de maturação dos frutos, dentre eles, citamos: a coloração da casca, o papel de fitorreguladores, a irrigação e a nutrição do pomar, sendo que neste último, ressalta-se o papel do nitrogênio, de maneira que o seu suprimento tende a reduzir o tamanho dos frutos e aumentar a quantidade de suco, o teor de sólidos solúveis e a acidez.

A Tabela 1 procura demonstrar resumidamente os principais efeitos esperados em função dos principais macronutrientes minerais exigidos pela cultura e que devem ser considerados no estabelecimento do programa de manejo nutricional dos citros uma vez que afetam a qualidade interna e externa dos frutos, e, conseqüentemente, tanto o rendimento industrial, quanto os frutos destinados ao comércio *in natura*.

Tabela 1 – Efeitos individuais dos nutrientes sobre a qualidade dos citros

Características ^a	Nutriente				
	N	P	K	Mg	Ca
Qualidade Interna do Suco					
Teor de suco	+	0	-	0	0
Sólidos solúveis totais	+	0	-	+	+
Acidez	+	-	+	0	-
Ratio	-	+	-	+	0
Cor do suco	+	0	-	+	0
Qualidade Externa do Fruto					
Massa	-	0	+	+	-
Cor verde da casca	+	+	+	+	+
Espessura da casca	-	+	+	-	-

^a (+) Aumenta, (-) diminui, (0) não afeta

Fonte: MATTOS JÚNIOR et al. (2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado a campo, utilizando-se de um pomar comercial de laranja 'Pêra' enxertada em tangerineira 'Sunki', com 4 anos de idade, com densidade populacional de 714 plantas por hectare. O pomar está localizado no município de Rio Claro, estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são 22° 05' e 22° 40' S, 47° 30' e 47° 55' W. A sede do município está a uma altitude de 613 metros. O relevo é suavemente ondulado. O clima da região pode ser considerado tropical com duas estações definidas (Cwa na classificação Koeppen). A precipitação média para Rio Claro é da ordem de 1.400 mm/ano. As Figuras 1 e 2 apresentam a precipitação média mensal obtida no período de realização do experimento.

O solo da fazenda onde foi realizado o experimento é classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). A análise química de solo foi realizada no mês de agosto de 2012, considerando-se a profundidade de 0 a 20 cm, com sub-amostras retiradas na projeção da copa das plantas, conforme metodologia descrita por RAIJ et al. (1997), e encaminhadas ao laboratório de análises de solos, cujos resultados foram os seguintes: pH (CaCl₂) = 4,9; M. O. (g/dm³) = 33; P (resina, mg/dm³) = 44; Al⁺³ (mmolc.dm³) = 3; H + Al (mmolc.dm³) = 50; K (mmolc.dm³) = 4,3; Ca (mmolc.dm³) = 45; Mg (mmolc.dm³) = 10; SB = 58; CTC = 109; V% = 54; SO₄ (mg/dm³) = 20; B (mg/dm³) = 0,56; Cu (mg/dm³) = 1,7; Fe (mg/dm³) = 51; Mn (mg/dm³) = 27,2 e Zn (mg/dm³) = 2,0.

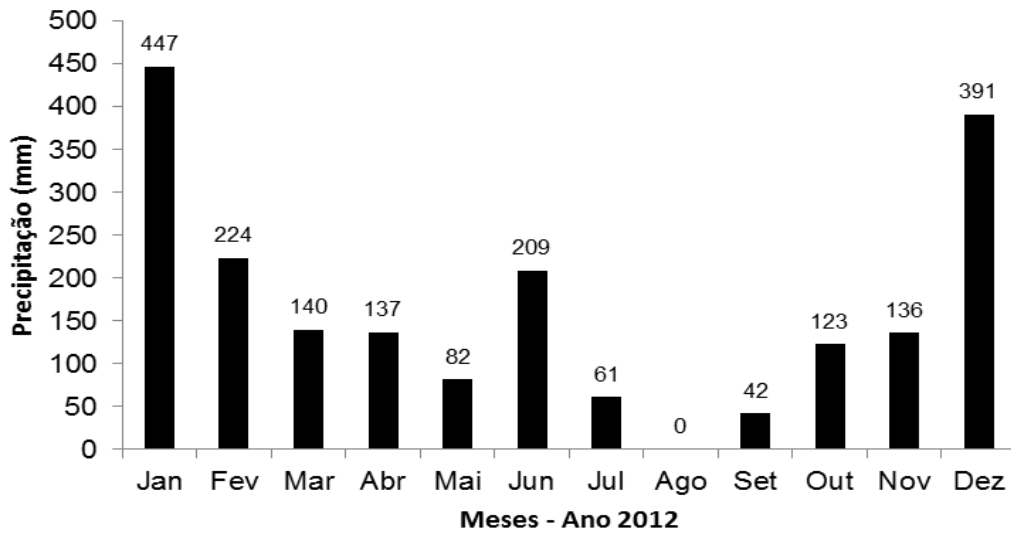


Figura 1. Precipitação pluvial (em mm) no período de janeiro a dezembro de 2012. Fazenda São José, Rio Claro, SP.

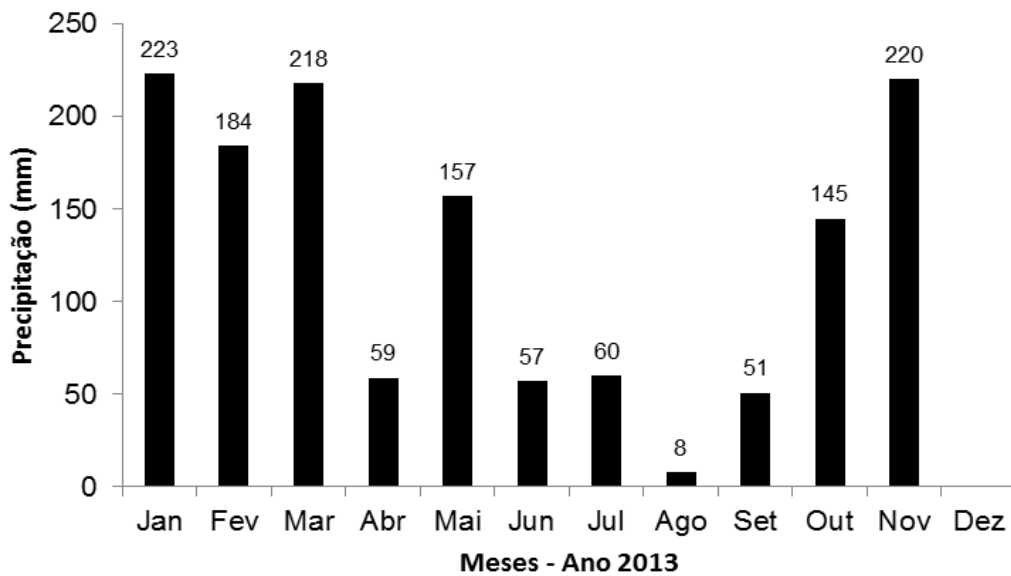


Figura 2. Precipitação pluvial (em mm) no período de janeiro a novembro de 2013. Fazenda São José, Rio Claro, SP.

Concomitantemente, são apresentados os resultados das análises foliares, considerando-se ramos frutíferos, amostradas e realizadas em fevereiro de 2013. A amostragem foi realizada conforme metodologia preconizada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), retirando-se 25 folhas de cada quadrante da planta, coletando-se a terceira folha a partir do fruto, em ramos com frutos entre 20 e 40 mm, e encaminhadas ao laboratório de análises. Os resultados obtidos foram: N (g Kg^{-1}) = 30; P (g Kg^{-1}) = 1,8; K (g Kg^{-1}) = 13,6; Ca (g Kg^{-1}) = 42; Mg (g Kg^{-1}) = 3,9; S (g Kg^{-1}) = 2,7; B (mg Kg^{-1}) = 36; Cu (mg Kg^{-1}) = 5; Fe (mg Kg^{-1}) = 108; Mn (mg Kg^{-1}) = 40; e, Zn (mg Kg^{-1}) = 25. Ainda, segundo MALAVOLTA et al. (1997), teores foliares considerados adequados de macro e micronutrientes para plantas do gênero *Citrus*, devem apresentar os seguintes valores descritos na Tabela 2:

Tabela 2 – Teores totais de macro e micronutrientes adequados para plantas cítricas

N	P	K	Ca	Mg	S
----- (g/Kg) -----					
25 - 27	1,2 – 1,6	12 - 17	30 - 49	3 - 5	1,5 – 2,0
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
----- (mg/Kg) -----					
36 - 100	5 - 16	60 - 120	25 - 100	0,1 – 1,0	25 - 100

Fonte: Malavolta et al. (1997)

A Fazenda São José utiliza-se de excelente ‘pacote tecnológico’ e, pode-se inferir que é considerada como referência na produção de citros em ambiente sem irrigação. Este fato pode ser comprovado pelo nível produtivo obtido em seus pomares na safra 2012/2013 (acima de 40 t ha^{-1}).

Em termos de adubação, no ano safra 2012/2013 foram aplicados $180\text{-}40\text{-}130 \text{ Kg ha}^{-1}$ de $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$, respectivamente, divididas em 3 parcelas ao longo da safra, sendo geralmente entre os meses de setembro e março. Os demais tratamentos culturais foram os normalmente preconizados e desenvolvidos na citricultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos ao Acaso (BANZATTO; KRONKA, 2008), com 5 tratamentos e 6 repetições. Cada parcela foi constituída por 25 plantas, considerando-se as 5 centrais para efeitos de avaliação

(plantas úteis). A tabela 2 apresenta os tratamentos utilizados, bem como as diferentes doses e épocas de aplicação.

Buscou-se avaliar os efeitos do fertilizante foliar 'NITROPLUS 9' (10% de N e 9% de Ca, com densidade igual a $1,3 \text{ g mL}^{-1}$) em diferentes doses, comparativamente à testemunha e ao uso do Nitrato de Cálcio, conforme descrito na Tabela 3.

TABELA 3 – Descrição dos diferentes tratamentos (produtos), doses e épocas de aplicação em laranja 'Pêra', enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio claro, SP, 2013.

Tratamentos		Forma de aplicação *	Doses (L ou kg/1000 litros)
T1	Testemunha	Foliar	Sem aplicação
T2	Nitrato de Cálcio	Foliar	10
T3	Nitroplus 9	Foliar	10
T4	Nitroplus 9	Foliar	20
T5	Nitroplus 9	Foliar	30

* Total de três aplicações por ano para todos os tratamentos.

Os tratamentos foram aplicados de acordo com as dosagens apresentadas na Tabela 2, sendo assim distribuídos: outubro (pré-florada, R1/R2), novembro (pós-florada, F1) de 2012 e abril de 2013, na vegetação outonal. Para efeitos de cálculos, utilizaram-se 1.000 litros da solução por hectare, aplicados às folhas mediante pulverização foliar. A colheita foi realizada em setembro de 2013.

As variáveis avaliadas foram número e massa de frutos (g) e, produtividade (toneladas de frutos por hectare). Nos atributos qualitativos avaliou-se o teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (% ácido cítrico⁻¹), "ratio" (relação SST/ATT), rendimento em suco (RS) e rendimento industrial (RI). Para realização dessas análises foram coletados 48 frutos por parcela. As análises foram realizadas no laboratório existente na Fazenda São José/Rio Claro - SP.

A acidez total titulável (ATT) foi avaliada por titulação com NaOH a 0,085 N. O cálculo do teor de acidez foi realizado aplicando-se a seguinte fórmula: $\% \text{ ATT} = V \times N \times 0,064 \times 100/G$, sendo V, volume de hidróxido de sódio gasto na titulação, em ml; N = normalidade do NaOH; 0,064 = fator para expressar a acidez em ácido cítrico, em meq; G = massa da amostra (6 g). O teor de SST foi obtido

pingando-se 2 a 3 gotas de suco, retiradas da amostra homogeneizada, em um refratômetro de bancada.

O RI foi calculado segundo metodologia descrita em Auler et al. (2009), de acordo com a equação: $RI = 660 / IT$, onde 660 representa 660 Kg de sólidos solúveis em 1.000 Kg de suco concentrado e IT o Índice Tecnológico. O IT é obtido pela fórmula $IT = (RS \times SST \times 40,8 / 10.000)$, onde, RS representa o rendimento em porcentagem de suco extraído e SST é o teor de sólidos solúveis totais e sendo expresso em Kg SST / cx de 40,8 Kg (DI GIORGI et al., 1990).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância, e as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no experimento são apresentados em três itens:

a) Produção de Frutos – As tabelas 4 e 5 apresentam os resultados obtidos com a variável de produção de frutos; b) Qualidade do Fruto – A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos com a variável qualidade do fruto; e, c) Estado Nutricional das Plantas – As Tabelas 7 e 8 apresentam os dados e resultados obtidos com a variável estado nutricional das plantas.

4.1 Produção de frutos

A Tabela 4 apresenta a massa média dos frutos, considerando-se os frutos oriundos da florada número 1 e, também uma repartição do número de frutos observados nas três floradas que ocorreram na safra 2012/13, bem como o número total de frutos observados, considerando-se os três florescimentos presenciados. Não se observam diferenças significativas para a massa média dos frutos da florada 1, assim como das floradas nº 2 e nº 3 (dados não apresentados). A florada nº 1 foi considerada a principal, pois respondeu por 73,14% do número de frutos total, enquanto que as floradas nº 2 e nº 3, responderam por 7,7% e 19,1%, respectivamente.

TABELA 4 – Efeitos dos tratamentos considerando-se a massa (g) média dos frutos na florada nº 1, o nº de frutos por florada e o nº de frutos totais de laranja Pera, enxertada em tangerineira 'Sunki'. Fazenda São José, Rio Claro, SP, 2013.

Tratamentos	Massa média do fruto da florada 1 (g)	Número de frutos por florada			Total de Frutos
		Florada 1	Florada 2	Florada 3	
T1	204,32	115,40b	9,47	41,67	166,53b
T2	221,31	156,73a	15,07	32,57	204,37a
T3	211,40	149,97a	17,20	34,63	201,80a
T4	213,77	124,03b	17,67	28,30	170,00b
T5	211,40	140,83a	14,13	46,63	201,60a
Teste F	2,497	4,613	1,325	1,369	2,803
Desvio Padrão	3,85	8,08	2,84	6,26	11,29
C.V. (%)	4,45	14,41	47,39	41,77	14,62

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott

Observa-se efeito significativo dos tratamentos no número de frutos da florada 1, cujos tratamentos T2, T3 e T5 proporcionaram acréscimo no número de frutos em relação aos tratamentos T1 e T4. O mesmo efeito dos tratamentos foi observado no número total de frutos. Os tratamentos T2, T3 e T5 não diferiram entre si em relação ao número total de frutos.

Diversos autores, dentre eles, Lovatt, Zheng e Hake (1988), Garcia-Luis et al. (1992) e Ali e Lovatt (1995), demonstraram que o N relaciona-se ao florescimento, acarretando em aumento do número de frutos por planta e a produção total, mesmo não refletindo-se em aumento do teor de N foliar, o que corrobora os resultados obtidos no experimento. É conhecido que os macronutrientes, como o N e o Ca, são absorvidos preponderantemente pela raiz, por outro lado, com a entrada da primavera, órgãos em intenso fluxo de desenvolvimento representam fortes drenos de nutrientes e assimilados (MORENO; GARCIA-MARTINEZ, 1984), mesmo assim a literatura ressalta que o efeito de aplicações foliares de N não são conclusivos. Os teores de N devem ser constantemente monitorados, já que o elemento pode ser abundantemente armazenado e redistribuído pela planta, assim, uma deficiência temporária dificilmente afeta a produção em curto prazo, por outro lado, o excesso de N pode ocasionar excessivo vigor vegetativo, com baixa diferenciação floral e frutificação (MATTOS JUNIOR; GRAETZ; ALVA, 2003).

Devido ao maior número de frutos colhidos, nos tratamentos T2, T3 e T5, pode-se concluir que houve maior vingamento e pegamento de flores, conforme afirma Rolim et al. (2008).

Aplicações foliares de CaCl_2 reduziram queda excessiva de folhas e pequenos frutos em tangerineira Ponkan (*C. reticulata* Blanco) e Kunquat (*Fortunella crassifolia* Swingle), atuando na região de abscisão destas estruturas (IWAHORI; OOHATA, 1980; IWAHORI; KAI; NISHI; 1994), mesmo considerando a conhecida baixa mobilidade do Ca pelo floema. Por outro lado, diferentemente da maioria das espécies vegetais, o citros absorve maiores quantidades de Ca do que N (MATTOS JUNIOR et al., 2003).

Na Tabela 5, são apresentados os dados médios da produtividade (t ha^{-1}) observada e a sua representatividade face aos diferentes processos de florescimento observados.

TABELA 5 – Efeito dos diferentes tratamentos na produção de laranjeira ‘Pêra’ enxertada em tangerineira ‘Sunki’. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013

Tratamentos	Florada 1	Florada 2 kg pl ⁻¹	Florada 3	Total kg pl ⁻¹	Produtividade t ha ⁻¹
T1	23,00b	1,17	6,67	31,83b	22,67b
T2	34,33a	2,46	5,29	43,12a	30,67a
T3	31,56a	3,03	5,60	40,50a	28,83a
T4	26,26b	2,97	4,17	34,31b	24,50b
T5	29,50a	2,33	7,33	40,12a	28,33a
Teste F	5,013	1,929	1,323	3,346	3,255
D. Padrão	1,98	0,54	1,07	2,57	1,83
C.V. (%)	16,77	55,40	45,12	16,60	16,61

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott (1974)

Semelhantemente aos resultados apresentados na Tabela 4, diferenças significativas foram observadas para os tratamentos T2, T3 e T5, os quais proporcionaram as maiores produtividades, respectivamente, que diferiram dos tratamentos T1 e T4. A Figura 3 apresenta graficamente estas diferenças.

Resultados obtidos por Malavolta et al. (2006) e por Amaral (1995), também são concordantes quanto à efetividade do Ca aplicado via foliar em aumentar a produção em condições de deficiência do elemento, podendo ela ser de natureza permanente, ou ainda, temporária, em casos de períodos secos. Ainda segundo Malavolta et al. (2006), na repartição dos elementos nutricionais entre folhas flores e ramos, o Ca é o elemento de maior participação na composição de estruturas florais. Amaral (1995), constatou que a pulverização de solução contendo nitrato de cálcio (0,5%), proporcionou aumento no número de frutos produzidos.

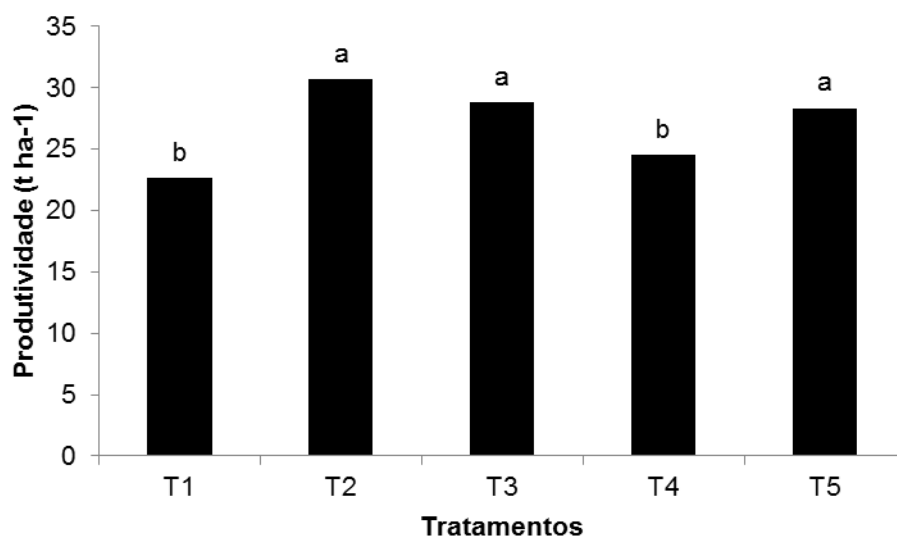


Figura 3. Médias da produtividade (t ha⁻¹) de laranja Pera em função dos diferentes tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.

4.2 Qualidade do fruto

Os resultados obtidos para o rendimento de suco (RS), teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), “ratio” e rendimento industrial (RI) podem ser observados na Tabela 6 e nas Figuras 4 e 5.

Não foram observadas diferenças significativas para os resultados de rendimento de suco e Acidez Total Titulável. No entanto, encontram-se diferenças significativas para os teores de sólidos solúveis totais, para o ‘ratio’ e para o rendimento industrial.

TABELA 6 – Efeito dos diferentes tratamentos nos componentes tecnológicos da laranjeira ‘Pêra’ enxertada em tangerineira ‘Sunki’. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.

Tratamentos	RS (%)	SST (° Brix)	ATT (% ácido cítrico)	Ratio	RI (cx t suco ⁻¹)
T1	45,84	7,88c	0,96	7,85b	461,83b
T2	47,04	7,84c	0,99	7,74b	432,17b
T3	45,60	8,48b	0,95	9,20a	402,13a
T4	46,08	8,57b	0,94	9,22a	403,26a
T5	44,40	9,35a	0,97	9,70a	383,26a
Teste F	0,210	6,509	2,155	15,545	5,402
D. Padrão	2,07	0,24	0,014	0,224	13,238
C.V. (%)	11,10	7,01	3,78	6,30	7,79

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott (1974)

As médias obtidas de SST (Tabela 6) expressam as diferenças estatísticas observadas. O Tratamento T5 diferiu significativamente dos demais tratamentos. Os outros dois tratamentos, T3 e T4, também diferiram dos tratamentos T1 e T2. Assim, os maiores teores médios de SST foram encontrados no tratamento T5, no tratamento T4, no tratamento T3, no tratamento T1 e no tratamento T2, respectivamente.

A Figura 4, apresenta os valores do ‘ratio’ observados e tem-se que os tratamentos que envolveram o fertilizante ‘Nitroplus 9’ não diferiram entre si, porém, diferiram significativamente dos tratamentos T1 e T2. Observa-se na mesma figura que os tratamentos T3, T4 e T5 proporcionaram um valor médio de ‘ratio’ igual a 9,34 contra um valor médio de 7,8 observados nos tratamentos T1 e T2.

Na variável Rendimento Industrial (Tabela 5 e Figura 5), é interessante relatar que a quantidade necessária de caixas de laranja (40,8 kg) para a produção de 1,0 t de suco concentrado a 66 °Brix apresentaram diferenças significativas. Os tratamentos T3, T4 e T5 não diferem entre si, porém, diferem estatisticamente dos tratamentos T1 e T2. Estes números nos levam a estimar que o T5 apresenta a necessidade de menores quantidades de caixas de 40,8 kg para a produção de 1 tonelada de suco concentrado (383,26 cxs), seguido do tratamento T3 (com 402,13 caixas por tonelada de suco). Este fato mostra a necessidade de 78,5 e 59,7 caixas de 40,8 kg a menos para produção de 1 tonelada de suco concentrado quando comparado com a testemunha T1.

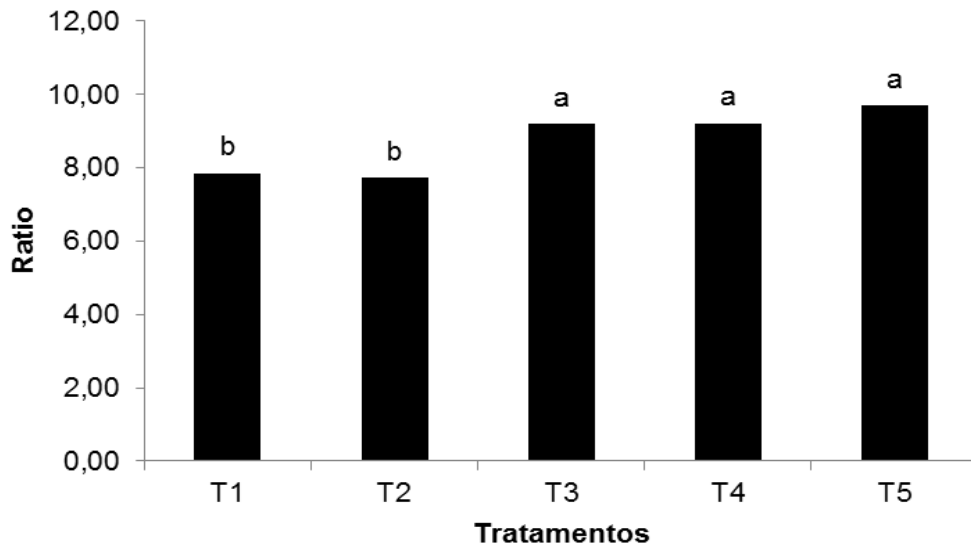


Figura 4. Médias do índice 'ratio' do suco dos frutos de laranjeira 'Pêra' em função de diferentes tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.

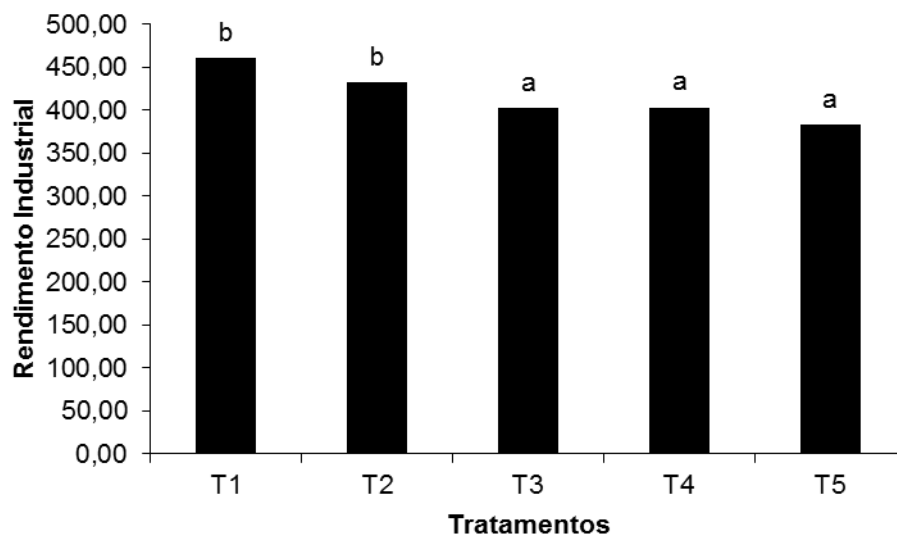


Figura 5. Médias do Rendimento Industrial da laranjeira 'Pêra' em função de diferentes tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.

4.3 Estado nutricional das plantas

A aplicação dos tratamentos provocaram alterações nos teores foliares de alguns nutrientes em folhas de ramos frutíferos. As Tabelas 7 e 8 apresentam as concentrações observadas nos macro e micronutrientes, respectivamente.

Observando-se os valores médios dos nutrientes presentes na Tabela 7, tem-se que os tratamentos não apresentaram diferenças para o teor de N, embora tenha sido um dos nutrientes aplicados via foliar em função dos diferentes tratamentos. Por outro lado, diferenças e efeitos significativos do tratamento T5 são observadas nos teores de P, K e Ca, diferindo dos demais tratamentos. Com relação aos teores de Mg, observando-se o tratamento T5, este apresentou a maior concentração ($3,3 \text{ g kg}^{-1}$), diferindo dos demais. Os tratamentos T3 e T4 apresentaram diferenças significativas com relação aos teores encontrados nos tratamentos T1 e T2. O menor teor médio de Mg foi encontrado no tratamento T2. Com relação ao enxofre, o tratamento T4 proporcionou o menor teor ($1,85 \text{ g kg}^{-1}$), diferindo dos demais.

TABELA 7 – Teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}) da laranjeira ‘Pêra’ enxertada em tangerineira ‘Sunki’, em função dos tratamentos. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.

	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	20,98	1,13b	9,36b	48,92b	2,22c	2,10a
T2	20,83	1,06b	8,98b	47,91b	2,05c	2,12a
T3	21,56	1,09b	9,48b	49,59b	2,42b	2,05a
T4	21,12	1,07b	9,44b	50,00b	2,50b	1,85b
T5	21,37	1,44a	16,71a	62,01a	3,31a	2,31a
Teste F	2,415	15,519	21,356	13,567	22,390	4,936
D. Padrão	0,189	0,040	0,716	1,581	0,106	0,073
C.V. (%)	2,19	8,60	16,27	7,50	10,08	8,57

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott (1974)

Com relação aos micronutrientes, a Tabela 8 apresenta os resultados médios obtidos. Não se constataram diferenças significativas para os teores de boro. No tratamento T5 (3 aplicações de 30 litros de ‘Nitroplus 9’) observamos diferenças

significativas para os teores de cobre, manganês e zinco. As maiores concentrações destes nutrientes foram observadas no tratamento T5. Com relação ao teor médio de ferro, novamente o tratamento T5 apresentou o maior teor (232 mg kg^{-1}), o qual diferiu significativamente dos demais; porém o tratamento T1 apresentou o menor teor (165 mg kg^{-1}), diferindo significativamente dos demais tratamentos.

TABELA 8 – Efeito dos diferentes tratamentos nos teores foliares de micronutrientes (mg kg^{-1}) da laranjeira ‘Pêra’, enxertada em tangerineira ‘Sunki’. Fazenda São José, Rio Claro, SP. 2013.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	30,85	23,76b	165,38b	28,94b	14,70b
T2	32,38	27,46b	152,83c	27,20b	13,15b
T3	29,42	25,15b	134,68c	26,70b	13,50b
T4	33,48	24,83b	135,96c	29,86b	13,83b
T5	43,70	41,87a	232,56a	53,70a	21,65a
Teste F	30.485	31.465	27.708	21.572	14.503
D. Padrão	1,02	1,34	7,64	2,47	0,93
C.V. (%)	7,39	11,49	11,39	18,20	14,90

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Scott-Knott (1974)

5 CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos e dentro das condições em que foi desenvolvido o experimento, pode-se concluir que:

- a)** O uso de 'Nitroplus 9' e nitrato de cálcio aumentaram o número de frutos e a produtividade, diferindo significativamente do tratamento testemunha;
- b)** A aplicação do fertilizante foliar comercial 'Nitroplus' proporcionou acréscimo no teor de sólidos solúveis totais, no 'ratio' e no rendimento industrial em relação aos demais tratamentos.
- c)** O uso de 'Nitroplus 9' provocou alterações nos teores foliares de nutrientes, elevando os teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, por outro lado, o uso do nitrato de cálcio elevou apenas o teor de Fe.
- d)** A utilização de 3 aplicações de 10 litros de 'Nitroplus 9' por hectare, aplicados nas condições do experimento (florescimento, pós-florescimento e vegetação outonal), proporcionaram maiores elevações da produtividade e do rendimento industrial.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2014: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2014. 466p.
- ALI, A.G.; LOVATT, C.J. Relationship of polyamines to low-temperature stress-induced flowering of the Washington Navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **J. Hortic. Sci.**, v.70, p.491-498, 1995.
- ANDRADE, E.N. **Campanha citrícola**. São Paulo: Rothschild, 1930. 191p.
- AMARAL, A.M. **Efeitos de fontes de cálcio, via foliar, no abortamento floral de laranjeiras [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra-Rio]**. 1995. 60f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.
- AULER, P.A.M; FIORI-TUTIDA, A.C.G; SCHOLZ, M.B.S. Qualidade industrial e maturação de frutos de laranja ‘Valência’ sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.371-378, 2009.
- BAIN, J.M. Morphological, anatomical and physiological changes in the developing fruit of Valencia orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. **Aust. J. Botany**, v.6, p.1-24, 1958.
- BANZATTO, D.A. ; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.
- BEVILAQUA, G.A.P.; SILVA FILHO, P.M.; POSSENTI, J.C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.31-34, 2002.
- BAUTISTA, D.; ROJAS, E.; AVILAN, L. Caracterización fenológica de las ramas del naranjo Valencia desde brotación hasta reposo. **Fruits**, v.46, p.265-269, 1991.
- BEN MECHILIA, N.; CARROLL, J.J. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. I - citrus response formulation. **Int. J. Biometeorol.**, v.33, p.36-51, 1989.
- CAVALCANTE, L.F. et al. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio - primeira safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v.35, n.1, p.69-80, 2014.
- CHAPMAN, H.D. The status of present criteria for the diagnosis of nutrient conditions in citrus. In: REUTHER, W. **Plant Analysis and Fertilizers Problems, American Institute of Biological Sciences**. 1961. p.75-106.
- COELHO, Y.S. et al. Maturation and quality of ‘Pêra’ sweet oranges in Brazil. **Proc. Int. Soc. Citriculture**, v.1, p.517-520, 1987.
- DASBERG, S. Nitrogen fertilization in citrus orchards. **Plant Soil**, v.100, p.1-9, 1987.

DAVIES, F.S; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. . 254p.

DI GIORGI, F. et al. Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. **Laranja**, Cordeirópolis, v.11, n.2, p.567-612, 1990.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB/FAO, 1994. (Paper 33).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

EMBLETON, T.E.; JONES, W.W. Foliar-applied nitrogen for citrus fertilization. **Journal of Environmental Quality**, v.3, n.4, p.388-391, 1974.

ERICKSON, L.C.; BRANNAMAN, B.L. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v.75, p.222-229, 1960.

ERICKSON, L.C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds.). **The citrus industry**. Los Angeles: University of California, 1968. v.2, p.86-126.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FROST, H.B.; SOOST, R.K. Seed reproduction: development of gametes and embryos. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.). **The citrus industry**. Los Angeles: University of California, 1968. v.2, p. 290-324.

GARCIA-LUIS, A. et al. The characterization of the inductive effect of low temperature on flowering in Citrus. **Proc. Int. Soc. Citriculture**, v.1, p.364-367, 1992.

GAT, Z.; ERNER, Y.; GOLDSCHMIDT, E.E. The effect of temperature on the citrus orchard. Geneva: World Meteorological Organization. 1997. 27p.

HASSE, G. **A laranja no Brasil 1500-1987**. São Paulo: Edição de Duprat; lobe Propaganda, 296p. 1987.

INOUE, H. Effects of temperature on bud dormancy and flower bud differentiation in satsuma mandarin. **J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.**, v.58, p.919-926, 1990.

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

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

JUDD, W. S. et al. **Plant systematic: a phylogenetic approach**. Sunderland: Sinauer Associates, 1999. 112p.

KALMA, J.D.; FUCHS, M. Citrus orchards. In: MONTEITH, J.L. (Ed.). **Vegetation and the atmosphere**. New York: Academic Press, 1976. v.2, p.309-326.

LEA-COX, J.D.; SYVERTSEN, J. Nitrogen uptake by *Citrus* leaves. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.120, n.3, p.505-509, 1995.

LEECE, D.R. Composition and ultrastructure of leaf cuticles from fruit trees, relative to differential foliar absorption. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.3, p.833-847, 1976.

LOVATT, C.J. et al. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. 'Washington Navel' orange. **Proc. Int. Soc. Citriculture**, v.1, p.186-190, 1984.

LOVATT, C.J.; ZHENG, Y.; HAKE, K.D. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in *Citrus*. **Isr. J. Bot.**, v.37, p.181-188, 1988.

LUCCHESI, A.A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção vegetal**. Piracicaba: Potafos, 1987. p.1-11.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. São Paulo: Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. et al. Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira cultivar Natal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.506-511, 2006.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. 1. ed. Piracicaba: Nagy, 1989. 153p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MATTOS JUNIOR, D. et al. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. **Sci. Agric.**, v.60, p.155-160, 2003.

MATTOS JUNIOR, D.; GRAETZ, D.A.; ALVA, A.K. Biomass distribution and ¹⁵N-nitrogen partitioning in citrus trees on a sandy Entisol. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.67, p.555-563, 2003.

MATTOS JÚNIOR, D.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. Nutrição dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D. et al. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo/FUNDAG, 2005. cap. 8, p. 197-219.

MATTOS JÚNIOR, D. et al. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e FUNDAG, 2005. 929p.

MONSELISE, S.P. Citrus. In: MONSELISE, S.P. (Ed.). **Handbook of fruit set and development**. Boca Raton: CRC, 1986. p.87-108.

MORENO, J.; GARCIA-MARTÍNEZ, L. Nitrogen accumulation in Citrus leaves throughout the annual cycle. **Physiologia Plantarum**, v.61, p.429-434, 1984.

MOSS, G.I. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **J. Hort. Sci.**, v.44, p.311-320, 1969.

NEVES, M.F.; ZYLBESZTAJN, D.; NEVES, E.M. The orange juice food chain. In: **INT. CONF. C. MAN. AGRI. FOOD IND.**, 3., 1998. Netherlands. Proceedings... Netherlands: [s.n.], p.437-447, 1998.

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JR. M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O. et al. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.153-195.

PEREIRA, A.J. et al. Aplicação de fontes e doses de cálcio na produção e qualidade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.428-431, set. 2002.

POZZAN, M.; TRIBONI, H. R. Colheita e qualidade do fruto. In: **Citros**. MATTOS JÚNIOR, D. et al. Campinas: Instituto Agrônomo/FUNDAG, 2005. cap. 8, p.197-219.

RAIJ, B.V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, Instituto Agrônomo/FUNDAG, 1997.

REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: **The Citrus Industry**. University of California, 1973. v. 3, p.280-337.

REUTHER, W. Citrus. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 409-439.

RODRIGUEZ, O. Ecofisiologia dos citros. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção vegetal**. Piracicaba: Potafos, 1987. p.149-164.

ROLIM, G.S. et al. Previsão do número de frutos a partir da quantidade de estruturas reprodutivas em laranjeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.48-53, 2008.

SENTELHAS, P. C. A. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D. et al. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/FUNDAG, 2005. cap. 11, p.317-344.

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

SOUTHWICK, S.M.; DAVENPORT, T.L. Characterization of water stress and low temperature effects on floral induction in citrus. **Plant Physiol.**, v.81, p.26-29, 1986.

VOLPE, C.A. Fenologia dos citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro. **Anais...** Bebedouro, 225 p., 1992.

VOLPE, C.A.; SCHOFFEF, E.R; BARBOSA, J.C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas 'Valencia' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.436-441, 2002.