

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL

NUTRIÇÃO DO PORTA-ENXERTO 'FLYING DRAGON'

Uliana Vieira Pimentel
Engenheira Agrônoma

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL

NUTRIÇÃO DO PORTA-ENXERTO ‘FLYING DRAGON’

Uliana Vieira Pimentel

Orientador: Prof. Dr. Antonio Baldo Geraldo Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Sanches Stuchi

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2013

Pimentel, Uliana Vieira
P644n Nutrição do porta-enxerto 'Flying Dragon' / Uliana Vieira
Pimentel. -- Jaboticabal, 2013
xiii, 50 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: Antonio Baldo Geraldo Martins

Co-orientador: Eduardo Sanches Stuchi

Banca examinadora: Carlos Ruggiero, Simone Rodrigues da
Silva

Bibliografia

1. Adubação. 2. *Poncirus trifoliata* var. monstrosa. 3. Ambiente
protegido I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.81:634.31

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ULIANA VIEIRA PIMENTEL – nascida em 04 de junho de 1982, na cidade de Salvador, BA. Em 2001, iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Foi estagiária voluntária do Laboratório de Entomologia da UFBA em Maio de 2002. Logo em seguida, em julho de 2002 iniciou estágio também na área de Entomologia, setor de pesquisa, da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, em Cruz das Almas Bahia, finalizando em dezembro de 2002. Em março de 2012, iniciou curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal.

EPIGRAFE

"Para mim o próprio objetivo da vida é perseguir a felicidade. Isto está claro. Se acreditamos em religião, ou não; se acreditamos nesta religião ou naquela; todos estamos procurando algo melhor na vida. Por isso, para mim, o próprio movimento da nossa vida é no sentido da felicidade"... "O primeiro passo, portanto, envolve o aprendizado, a educação".

Dalai Lama e Howard C.
Livro A Arte da Felicidade Capítulo 1 - pág. 13; Capítulo 12 - pág. 247.

Ao meu Deus, força maior e energia obrigada por todas as conquistas diárias.

Aos meus pais, pela minha família, pela minha educação, pelo amor incondicional e por serem meus maiores incentivadores nessa longa caminhada. Obrigada por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Ao Roberto, namorado, companheiro, minha razão de viver, de continuar lutando pela vida, pela nossa profissão, sempre presente no meu coração, me compreendendo, ajudando, apoiando e acima de tudo pelo amor eterno, que cultivamos diariamente.

Obrigada por tudo!

Aos meus irmãos, Daniela, Tainah e Maurício parte do que eu sou e pela torcida incondicional.

A minha sogra Noélia, pelas rezas constantes, pelas conversas, pelo apoio e carinho.

E a minha afilhada Natália, minha felicidade instantânea, nos momentos mais difíceis dessa jornada.

DEDICO

Ao meu pai Maurício Nelson Andrade Pimentel e a minha mãe Maria
Lizete Vieira Pimentel, pelo amor incondicional, por me incentivarem e
acreditarem que posso chegar aonde eu quiser.

Muito obrigada!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” /Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, ao Programa em Agronomia (Produção Vegetal), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado, a todos os professores e funcionários.

A Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB - SP), pelo apoio durante a execução dos experimentos.

Ao Professor Antonio Baldo Geraldo Martins (‘Toninho’), pela orientação, paciência, compreensão, conselhos e pelo exemplo de pessoa, competência e sabedoria. Com ele aprendi o sentido do que é ser um professor. Nunca vou me esquecer dos ensinamentos práticos sobre fruticultura, das aulas de enxertia da graduação e das caminhadas no pomar de Fruteiras Exóticas. Isso sim fez a diferença e vou levar pelo resto da minha vida.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Carlos Ruggiero, Prof. Dr. José Antonio Alberto da Silva.

Aos membros da banca de defesa, Prof. Dra. Simone Rodrigues da Silva, Prof. Dr. Carlos Ruggiero.

Ao Prof. Dr. Eduardo Sanches Stuchi pela co-orientação junto a EECB, pelo fornecimento de material de pesquisa e colaboração durante a estadia na EECB.

Ao Eng.º Agr.º Eduardo Toller Reiff (‘Jarrão’) e ao Eng.º Agr.º Otávio Ricardo Sempionato, pela atenção e fornecimento de material durante a execução dos experimentos na EECB.

A Bedim e Hélio, pela disponibilidade, sempre prestativos e principalmente pela vontade de ajudar a simplificar todo trabalho pesado no ripado de fruticultura da UNESP e na estufa da EECB, respectivamente.

Aos colegas do Grupo de estudo de fruticultura (Gefruit) Fernando, Yuri, Juliana, Ediane e Pirangi pelo apoio no trabalho em equipe.

As amigas queridas Adriana, Terezinha, Marilza e Flávia pela ajuda longe da família, amizade e aprendizagem durante minha jornada em Jaboticabal.

As amigas do coração Ludmilla, Livia e Camila obrigada pela amizade, companhia, carinho, ajuda durante a execução dos experimentos em Bebedouro e por tornar meus dias mais felizes, amo vocês!

A toda minha família, amigos e colegas por torcerem e acreditarem que sou capaz de conseguir tudo na vida.

MUITO OBRIGADA!!

SUMÁRIO

Página

RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1.0 INTRODUÇÃO	1
2.0 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 O porta-enxerto 'Flying Dragon'	2
2.2 A cultura da lima ácida 'Tahiti'	3
2.3 Nitrogênio, Fósforo e Potássio	4
2.3.1 Nitrogênio	5
2.3.2 Fósforo	6
2.3.3 Potássio	7
2.4 Resposta dos porta-enxertos cítricos à aplicação de NPK	8
2.4.1 Nitrogênio	8
2.4.2 Fósforo	9
2.4.3 Potássio	10
3.0 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Generalidades	10
3.2 Semeadura em tubetes	11
3.3 Transplântio para os sacos plásticos	13
3.4 Enxertia dos porta-enxertos com a variedade copa lima ácida 'Tahiti'	14
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Análise do crescimento do porta-enxerto sob doses de N, P e K desde a semeadura em tubetes até o transplântio para os sacos plásticos	14
4.1.1 Altura e diâmetro do caule sob o efeito de doses de N	14
4.1.2 Massa seca do sistema radicular e da parte aérea sob o efeito de doses de N	15
4.1.3 Altura e diâmetro sob o efeito de doses de P	17
4.1.4 Massa seca do sistema radicular e da parte aérea sob o efeito de doses de P	18
4.1.5 Altura, diâmetro do caule, massa seca do sistema radicular e da parte aérea sob o efeito de doses de K	19

4.2 Influência de doses de N, P e K no crescimento do porta-enxerto 'Flying Dragon' na fase de pós-transplântio.....	21
4.2.1 Altura e diâmetro sob o efeito de doses de N.....	21
4.2.2 Altura e diâmetro sob o efeito de doses de P.....	22
4.2.3 Altura e diâmetro sob o efeito de doses de K.....	23
4.3 Massa seca da raiz e da parte aérea da muda de lima ácida 'Tahiti' sobre 'Flying Dragon' 34 dias após a enxertia sob o efeito de doses de N, P e K	24
4.3.1 Massa seca da raiz e da parte aérea sob o efeito de doses de N.....	24
4.3.2 Massa seca da raiz e da parte aérea sob o efeito de doses de P.....	26
4.3.3 Massa seca da raiz e da parte aérea sob o efeito de doses de K.....	27
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS	29
6. CONCLUSÕES	29
7. REFERÊNCIAS.....	30

NUTRIÇÃO DO PORTA-ENXERTO 'FLYING DRAGON'

RESUMO - No Brasil, o uso do trifoliata 'Flying Dragon', como porta-enxerto em citros, tem crescido quando se busca pomares com altas densidades, devido, principalmente, por induzir nanismo à maioria das variedades de copa compatíveis. No entanto, por possuir desenvolvimento lento, existe a necessidade de se estudar melhor o crescimento deste porta-enxerto. A nutrição é uma importante ferramenta que visa acelerar o crescimento, melhorar o vigor e a qualidade das plantas. Diante disso, foi avaliado a aplicação de nutrientes no crescimento do porta-enxerto em ambiente protegido durante três etapas: 1ª etapa crescimento inicial em tubetes preenchidos com substrato comercial Bioplant ®, 2ª etapa pós-transplântio para sacos plásticos, 3ª etapa desenvolvimento do enxerto. Em cada etapa realizou-se três experimentos: no primeiro utilizaram-se seis doses de N parceladas; no segundo, seis doses de P (aplicadas em dose total, misturadas diretamente no substrato); e no terceiro, seis doses de K parceladas. As seis doses foram constituídas por: D0 = testemunha sem adubação; D1= metade da dose padrão; D2 = a dose padrão (920 mg dm^{-3} de N, 790 mg dm^{-3} de K e 100 mg dm^{-3} de P); D3 = uma vez e meia a dose padrão; D4 = duas vezes a dose padrão; e D5 = duas vezes e meia a dose padrão. Assim, coletaram-se dados biométricos do porta-enxerto de diâmetro e altura, quinzenalmente e dados de massa seca da parte aérea e raiz, mensalmente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com parcela subdividida. As doses de N proporcionaram alterações significativas em todas as variáveis avaliadas, sendo fundamental no incremento das massas secas de raiz e da parte aérea. O P é necessário apenas na fase de tubete e o uso de K foi prejudicial.

Palavras-chave: *Poncirus trifoliata* var. monstrosa, ambiente protegido, adubação.

NUTRITION OF THE 'FLYING DRAGON', A ROOTSTOCK OF CITRUS

ABSTRACT - In Brazil, the use of trifoliata 'Flying Dragon' as a rootstock of citrus has grown when seeking orchards with high densities, due mainly to induce dwarfism in the most varieties of compatible canopies. However, by having slow development, there is a need to better study the growth of the 'Flying Dragon'. Nutrition is an important tool that aims to accelerate growth, improve the vigor and quality of the plants. Therefore, was evaluated the application of nutrients in the growth of the rootstock in greenhouse during three stages: 1st stage initial growth in small tubes filled with commercial substrate Bioplant ®, 2nd stage post-transplantation for plastic bags, 3rd stage development of the graft. At each step were conducted three experiments: in the first were used six doses of nitrogen splitter, in the second six doses of phosphorus (total dose applied, mixed directly into the substrate), and the third, six doses of potassium splitter. The six doses were constituted by: D0 = control without fertilization; D1 = half the standard dose; D2 = the standard dose ($920 \text{ mg dm}^{-3} \text{ N}$, $790 \text{ mg dm}^{-3} \text{ K}$ and $100 \text{ mg dm}^{-3} \text{ P}$) ; D3 = one and a half standard dose, D4 = twice the standard dose, and D5 = half times the standard dose. Thus, biometric data were collected of the rootstock every fortnight for diameter and height, and monthly for dry mass of shoots and roots. The experimental design was completely randomized with subplot. Nitrogen rates have provided significant changes in all variables, being essential in the increasing of the dry mass of root and shoot. Phosphorus is necessary only in the phase of small tube and the use of potassium was harmful.

Keywords: *Poncirus trifoliata* var. monstrosa, protected environment, fertilization.

1.0 INTRODUÇÃO

O trifoliata 'Flying Dragon' [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. var. *monstrosa*] é um clone de mutação natural de *P. trifoliata*, que induz nanismo acentuado nas variedades de copa compatíveis (STUCHI et al., 2003). O uso do trifoliata 'Flying Dragon' como porta-enxerto vem crescendo no Brasil em função de diversos atributos, como: indução de baixo porte e produção de frutos de alta qualidade nas copas de diversas variedades de citros. A utilização de porta-enxerto que promova ananismo da copa é recomendada para plantios adensados, facilitando a colheita e os tratos culturais. O 'Flying Dragon' induz ainda, características importantes semelhantes as do Trifoliata, como resistência à gomose de *Phytophthora* spp, ao nematóide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb), Tristeza e Morte Súbita dos Citros (MEDINA et al., 2000; DONADIO & STUCHI, 2001).

Outra vantagem do uso do 'Flying Dragon' é por induzir melhora na qualidade dos frutos da variedade copa, o que se deve, principalmente, à capacidade diferenciada de absorção de água e nutrientes pelas raízes em retirar os elementos da solução do solo (CASTLE, 1995). Comprovando a melhora na qualidade dos frutos de 'Tahiti' utilizando o 'Flying Dragon' como porta-enxerto, Stuchi et al. (2009) constataram que houve aumento no teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos de 'Tahiti'. Assim como Mademba-Sy et al. (2012) comprovaram, num experimento de campo, ao longo de 13 anos, com a variedade copa 'Tahiti' enxertada em 'Flying Dragon' que a produção ou colheita foram 0,5-2,8 vezes maior do que os da mesma cultivar em porta-enxerto padrão (limoeiro 'Cravo'). Os mesmos autores evidenciam que a produtividade por hectare foi 3,3 vezes maior que a de pomares tradicionais sem adensamento, e os custos de produção foram apenas 1,5 vezes maior para uma densidade de plantas cinco vezes maior.

Trabalhos relacionados à propagação do porta-enxerto 'Flying Dragon' são escassos, uma vez que o seu desenvolvimento é considerado o mais lento dentre os porta-enxertos propagados em viveiro, variando em função de fatores como: recipiente, substrato, temperatura, ambiente, vigor, adubação e irrigação.

Em ambientes protegidos, os porta-enxertos cítricos são semeados, geralmente, em tubetes de plástico (50 cm³), de onde são transplantados

(repicagem), após seleção, para sacos plásticos ou citrovasos (CARVALHO, 2001). Como a semeadura é realizada em tubetes, as pequenas dimensões destes, fazem com que a adubação nesta fase se torne um fator decisivo. Serrano (2003) afirma que os porta-enxertos adubados atingem o diâmetro de caule para a enxertia em menor tempo.

O substrato utilizado influencia no desenvolvimento do porta-enxerto, já que suas características tanto físicas quanto químicas modificam o desenvolvimento das raízes e a disponibilidade de nutrientes.

Assim como o substrato e o tamanho dos recipientes, os nutrientes adicionados, também influenciam no desenvolvimento dos porta-enxertos. Portanto, o parcelamento das adubações em cobertura via aplicação manual ou via fertirrigação, tem sido utilizado na produção de mudas cítricas, a fim de minimizar as perdas de nutrientes por lixiviação, atendendo à demanda nutricional durante o seu período de crescimento e promovendo o desenvolvimento adequado das plantas. (MATTOS JUNIOR et al., 2010; PRADO et al., 2008).

As indicações de adubação para porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' na fase inicial são: N e K iguais a 920 mg dm^{-3} e 790 mg dm^{-3} , respectivamente (RUSCHEL et al., 2004) e de P igual 100 mg dm^{-3} (BOAVENTURA, 2003). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do porta-enxerto 'Flying Dragon' em função das doses de nutrientes.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O porta-enxerto 'Flying Dragon'

O porta-enxerto 'Flying Dragon' [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. var. *monstrosa*] caracteriza-se por possuir os espinhos curvados para baixo e crescimento dos ramos em zig-zag, lembrando a cauda de um dragão em pleno voo. Esse porta-enxerto é um clone de ocorrência natural de *Poncirus trifoliata*, por isso suas características são similares as do trifoliata (STUCHI et al., 2003). E como qualquer porta-enxerto, ele possui qualidades e limitações de uso.

Apresenta resistência ao vírus da tristeza, adaptação a baixas temperaturas e capacidade de induzir menor porte às copas nele enxertadas,

facilitando tratos culturais, tratamentos fitossanitários, poda e colheita (PIO et al., 2002), redução dos custos e aumento da segurança durante as colheitas, sem o uso de escadas (SILVA et al., 2006). Confere qualidade superior aos frutos de lima ácida 'Tahiti' tanto visuais, como do suco com aumento no teor de sólidos solúveis (°Brix) (POMPEU JUNNIOR, 2005; MARTÍNEZ-PÉREZ, 1999). Ainda tem-se resistência a gomose, ao nematoide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb), à Tristeza e a Morte Súbita dos Citros (MEDINA et al., 2000; DONADIO & STUCHI, 2001).

A utilização do trifoliata tem como limitações, o maior tempo necessário para a formação das mudas, baixa tolerância à seca, suscetibilidade ao declínio e incompatibilidade com a laranja 'Pêra' (POMPEU JUNIOR et al., 2004). Por isso, o 'Flying Dragon' é utilizado principalmente como porta-enxerto de limas doces e ácidas (KOLLER, 1994).

Além disso, sua propagação é considerada mais difícil pelos viveiristas, devido a menor velocidade de crescimento, a sua menor taxa de poliembrionia (MOREIRA et al., 2010) e a presença frequente de deformidades no colo das plantas (conhecidas como 'cadeirinha'), fatores que resultam em menor aproveitamento de plantas no viveiro (GIRARDI et al., 2012). Assim, a seleção de porta-enxertos de trifoliata 'Flying Dragon' por tamanho e espinho característico da espécie é constante nos viveiros. O espinho curvado para baixo, característico da espécie, indica que os porta-enxertos têm origem de embrião nucelar, com as características ananizantes desejadas da planta mãe. Já o espinho ereto indica que os porta-enxertos são de origem zigótica, não dando garantia de transmissão do gene do nanismo a variedade copa enxertada.

2.2. A cultura da lima ácida 'Tahiti'

Segundo dados da FAO (2013) a produção de lima ácida 'Tahiti' e o mercado global, vem se expandindo nos últimos anos, tendo como principais produtores México, Índia, China, Argentina e Brasil. Com isso, a produção e o cultivo mundiais de limões e limas ácidas giram em torno de 13,6 milhões de toneladas e ocupa área de um milhão de hectares. O Brasil é o quarto maior em área plantada com 47 mil e 267 hectares, e o quinto em produção com 1 milhão 126 mil e 740 toneladas, no ano de 2011 (FAO, 2013).

A produção nacional de lima ácida 'Tahiti', no ano de 2010, concentrou-se no estado de São Paulo (76,72%), seguidos da Bahia (5,19%) e Minas Gerais (5,17%) (AGRIANUAL, 2013). A área colhida e a produção brasileira são de: 42 mil 761 hectares e 1 milhão 20 mil 345 toneladas, respectivamente no ano de 2010, sendo que em 2011, exportou 66.458 toneladas de frutos in natura (AGRIANUAL, 2013).

A limeira ácida 'Tahiti' tem-se destacado tanto no mercado nacional como internacional devido principalmente a sua utilização como fruta fresca. Sua classificação botânica refere-se à família Rutaceae, subfamília Aurantioideae, tribo Citreae, subtribo Citrinae, gênero *Citrus* e espécie *C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka (MATTOS JUNIOR et al., 2003). É conhecida como *Limon persa* no México, *Bears lime* na Califórnia, *Tahiti lime* na Flórida, como *lima ácida de fruto grueso* na Espanha (SILVA et al., 2006) e no Brasil é conhecido como *Limão*. Evidencia-se ainda, o valor industrial da fruta para a produção de suco concentrado congelado (indústria de alimentos) e de óleo essencial extraído da casca (perfumaria). Além disso, o fruto possui propriedades medicinais como: antioxidante, antisséptico e estimulante da digestão (PINTO et al., 2004). A mais importante variedade de lima-ácida produzida no estado de São Paulo é a 'Tahiti', conhecida mundialmente por produzir frutos grandes, verdes e sem sementes.

No Brasil são cultivados diversos clones de 'Tahiti', destacando-se o 'IAC-5' ou 'Peruano' e outro clone velho denominado 'Quebra-galho' (PINTO et al., 2004). O principal destino da produção nacional de lima ácida de acordo com Boteon (2005) é o mercado interno (89%), seguido de processamento (7%) e a exportação de frutos in natura (4%).

2.3 Nitrogênio, Fósforo e Potássio

Os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio possuem funções muito importantes na planta. Diante dessa importância, os nutrientes NPK atuam no metabolismo da planta em diversas funções, seja ela estrutural, como constituinte de compostos orgânicos ou como ativador enzimático, por isso existe relação direta entre o crescimento e a produção vegetal (MALAVOLTA, 2006).

2.3.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é o elemento mais importante nos programas de fertilização e é especialmente crítico em viveiros com altas densidades e onde acontece rápido crescimento das mudas (VICHATO, 1996). É o nutriente que tem maior influencia no crescimento e produção do que qualquer outro elemento (SMITH E REUTHER, 1954). O N está muito correlacionado com o desenvolvimento vegetativo, particularmente o de plantas novas (MALAVOLTA, 1979).

O N é absorvido pelas plantas cítricas o ano todo, sendo que a maior absorção ocorre durante os meses mais quentes. O N é absorvido pelas plantas nas formas de nitrato (NO_3^-) e de amônio (NH_4^+). Já se sabe que, o NH_4^+ é absorvido e utilizado primeiramente em plantas novas, e o NO_3^- é a principal forma utilizada durante um período de crescimento acelerado. Este como elemento faz parte da molécula da clorofila, a sua deficiência resulta em condições cloróticas nas plantas (BENNETT, 1997).

O elemento em questão possui função de componente estrutural de ácidos nucleicos, proteínas e clorofila, influenciando na morfologia das folhas, na eficiência fotossintética (MATTOS JUNIOR et al., 2005). É também constituinte de todas as enzimas e participa nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação e diferenciação celulares e herança genética (MALAVOLTA et al., 1997). Portanto, a falta ou o excesso de N são prejudiciais ao bom desenvolvimento das plantas. Wutscher e Smith (1997) citam que plantas estressadas continuamente pela falta de N possuem redução substancial no crescimento, devido à translocação do N para outras partes jovens da planta e que as folhas de plantas cítricas que normalmente possuem vida de 1 a 3 anos antes de cair, tem seu tempo de vida reduzido para seis meses ou menos.

Outra observação importante foi relatada por Castle (1978) que verificou que pode haver um favorecimento no crescimento da parte aérea da muda em detrimento do sistema radicular, o que é observado mais significativamente, quando se aumentam as doses de N. Corroborando com o relatado anteriormente, Marschner (1995) e Witt (1997) observaram que o N interfere diretamente na relação raiz/parte aérea, alterando o balanço existente entre estas

partes. Portanto, quando o N encontra-se com baixa disponibilidade para a planta, ocorrerá menor crescimento da parte aérea e as raízes tornam-se longas e sem divisões. Já quando existe baixa disponibilidade de N ocorre maior alongamento das raízes, com menor desenvolvimento da parte aérea. Isso ocorre devido a alterações na distribuição de fotoassimilados e de nutrientes entre as raízes e a parte aérea, levando a um aumento desta relação (RUFTY et al., 1990). No entanto, com o excesso do nutriente observa-se divisão excessiva das raízes, porém o sistema radicular é reduzido, havendo estímulo para o desenvolvimento da parte aérea. Já os níveis intermediários de nitrogênio disponível são ideais para as plantas, já que ocorrem desenvolvimento e divisão adequada do sistema radicular.

Os fertilizantes nitrogenados, principalmente a ureia, aplicados às culturas, lixiviam no perfil do solo/substrato ou volatilizam para a atmosfera, por isso sua utilização deve ser parcelada o máximo possível, para assim minimizar essas perdas.

2.3.2 Fósforo

O fósforo (P) é um elemento essencial para o crescimento das plantas e está entre os nutrientes com maior demanda, participando de funções críticas na respiração, fotossíntese, armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos das plantas (SMITH E REUTHER, 1954; MALAVOLTA E VIOLANTE NETTO, 1989). Por isso, o fósforo está muito relacionado com o desenvolvimento vegetativo, principalmente nas plantas novas, proporcionando um aumento no número e tamanho das folhas e estimulando o crescimento vegetativo (SMITH E REUTHER, 1954).

O elemento P também é constituinte de nucleoproteínas, além de estar envolvidos na síntese de ATP, processos de absorção ativa de nutrientes, síntese e transporte de carboidratos (MATTOS JUNIOR et al., 2005). No entanto, as necessidades do P para o desenvolvimento das plantas são menores que as conhecidas para o N (MALAVOLTA, 1979).

2.3.3 Potássio

O potássio (K) é um importante nutriente mineral devido às funções que exerce no metabolismo das plantas. Ele é encontrado abundantemente na planta cítrica basicamente na forma de sais inorgânicos solúveis, em todos os tecidos em crescimento das plantas, o que faz supor ser de grande importância para a divisão celular de tecidos jovens: botões florais, folhas novas, e pontas de raízes (RODRIGUEZ, 1982). Moorby e Besford (1983) demonstraram a existência de relações positivas entre o crescimento das folhas, fotossíntese e fornecimento de K. Portanto, o potássio é um catalisador do metabolismo da planta (KOO, 1985); ele não tem grande influência no número de frutos produzidos, mas aumenta o tamanho dos mesmos, a espessura da casca e a acidez do suco. O K enrijece os tecidos da planta, tornando-a mais resistente ao ataque de doenças e insetos-praga. No entanto, o efeito do K no desenvolvimento vegetativo é menos acentuado que o do N (MALAVOLTA, 1979).

As principais funções do K são: atuar em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção da estabilidade, na abertura e fechamento estomático, na permeabilidade da membrana celular, no controle do pH, na atividade enzimática de cerca de 50 enzimas, em extensão celular, na produção de ATP (envolvendo síntese de proteínas), e nos processos fotossintéticos, dentre outros (MALAVOLTA et al., 1997; BENNETT, 1997).

Desse modo, o potássio também influi sobre relações hídricas, pois é considerado ativador enzimático e regulador osmótico, atuando também no transporte de carboidratos e manutenção de equilíbrio eletroquímico nas células (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Segundo Malavolta (1979), doses elevadas de K na adubação diminuem a absorção do Mg, induzindo os sintomas de deficiência que podem, as vezes, desaparecer simplesmente diminuindo-se a quantidade do primeiro. Rodriguez (1982) afirma que isto interfere negativamente na absorção de Ca, P, S, Cl e Na, ao passo que a falta de K induz a maior acumulação de N, Mg, Ca, B e Na. Embleton et al. (1973) também concordam e afirmam que o principal efeito é a

redução do teor foliar de Mg, sendo comum a observação de sintomas de deficiência de Mg em pomares produtivos.

De modo geral, as raízes contêm cerca de 16% do K total da planta, e nas células das raízes a concentração de K no vacúolo é um decimo a um quinto da concentração encontrada no citoplasma. Nas folhas, o citoplasma, o núcleo e os cloroplastos tem concentração de K semelhante, sendo o dobro da encontrada no vacúolo (MALAVOLTA et al., 1997).

2.4 Resposta dos porta-enxertos cítricos à aplicação de NPK

Existem respostas positivas de porta-enxertos de citros cultivados em tubetes com relação à adubação com nitrogênio, na fase inicial logo após a semeadura (CARVALHO E SOUZA, 1996; DECARLOS NETO et al., 2002; VALE E PRADO, 2009) e também da aplicação de N, P e K durante toda a fase de desenvolvimento e formação das mudas (BERNARDI et al., 2000). No entanto, diferentes respostas em crescimento podem provocar alterações nas concentrações dos nutrientes, pelo chamado efeito de diluição ou de concentração (MALAVOLTA et al., 1997). Sendo assim, é importante que se faça um balanço nutricional dentro dos viveiros durante a produção dos porta-enxertos, já que as fertirrigações realizadas pelos viveiristas são feitas de forma a atender as exigências mínimas das plantas (BATAGLIA et al, 2008).

2.4.1 Nitrogênio

Resultados de pesquisas confirmam a necessidade de adubação nitrogenada para que se atinja rapidamente o ponto de repicagem, sendo a dosagem e a frequência de aplicação dependentes da espécie cítrica utilizada (SERRANO, 2003).

Estudando fontes e doses de N na produção do porta-enxerto limoeiro 'Cravo', Mattos Junior et al. (2001) observaram que a produção máxima de massa seca das folhas e do caule foi conseguida na dose de 0,5 g de N.L⁻¹ na forma de

nitrito de amônio ou nitrito de cálcio sendo aplicado semanalmente 10 mL por planta da solução nutritiva.

No entanto, doses excessivas de N aplicadas na formação de mudas cítricas podem desfavorecer a fotossíntese e diminuir o crescimento da planta. Bernardi et al. (2000) comprovaram isto quando estudaram a fotossíntese de mudas de laranja 'Valência' sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo'.

Segundo Maust e Williamson (1994) plantas que receberam de 120 a 140 mg de N por semana, mantiveram o crescimento, enquanto plantas que receberam aplicações menores de 50 mg de N por semana, tiveram seu crescimento prejudicado.

2.4.2 Fósforo

Bernardi (1999), estudando qual a melhor dose de N, P e K para a produção de mudas de laranja 'Valência' sobre o porta-enxerto 'Cravo' em vasos, encontrou um maior volume de raízes com a dose de 2,86 g de P por planta.

A suplementação com fertilizantes contendo P, cerca de 1.280 g de P_2O_5 por m^3 de substrato, com o superfosfato simples ou fosfato natural, que fornece indiretamente cálcio, tem efeito comprovado no aumento do desenvolvimento de porta-enxertos cítricos (SILVA, 1981; NICOLI, 1982; LIRA, 1990; FORTES, 1991; SOUZA et al., 1999; CARVALHO 2001).

No entanto, a aplicação de doses elevadas de P em plantas cítricas provoca redução no teor de N nas folhas, por causa da competição na absorção dos íons fosfato e nitrito (VICHATO, 1996).

Rezende et al. (1995) estudaram o volume de substrato e doses de superfosfato simples na formação do limoeiro 'Cravo' em vasos e concluíram que as plantas apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro do caule quando receberam 5.120 g de P_2O_5 por m^3 de substrato.

Vichiato (1996) observou, também, maior crescimento do porta-enxerto tangerina 'Cleópatra', até a repicagem, em menor tempo, utilizando a dose de 1.280 g de P_2O_5 por m^3 de substrato, composto por vermiculita, terriço, esterco de suínos compostado, areia e casca de arroz carbonizada, e parcelando a dose de

0,4 g de nitrato de amônio por planta em três vezes, obtendo-se plantas aptas a repicagem, em média, aos 111 dias após a semeadura.

2.4.3 Potássio

Estudando limoeiro 'Cravo' e tangerina 'Cleópatra' Carvalho e Souza (1996) verificaram que a aplicação de nitrato de potássio (KNO_3) em cobertura nas concentrações de 1,5 a 6,0 g L^{-1} influenciou positivamente o crescimento da parte aérea e das raízes de ambos os porta-enxertos, mas provocou efeitos depressivos no crescimento e queima de tecidos quando aplicado em maiores frequências (3 vezes por semana), mesmo em menores doses.

Em estudo com plantas cítricas Koo (1968) verificou que diferentes combinações copa/porta-enxerto, cultivadas em solução nutritiva, com teores foliares de K entre 5 e 24 g Kg^{-1} , não mostraram nenhuma diferença no crescimento. Plantas com teores abaixo de 4 g Kg^{-1} mostraram leve deficiência e com teores acima de 35 g Kg^{-1} mostraram menor desenvolvimento.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Generalidades

Os experimentos foram conduzidos em viveiro telado na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro - São Paulo (Latitude: 20° 53' 16" S e Longitude: 48° 28' 11" W), com altitude de 601 m. O clima da região é do tipo Cwa subtropical segundo a classificação de Köppen, com inverno curto e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas.

Os porta-enxertos utilizados nos experimentos foram todos 'Flying Dragon'. Realizaram-se três experimentos, nos quais se avaliou o efeito de cada um dos nutrientes (N, P e K) em separado. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, onde os tratamentos principais foram as seis doses de N (experimento 1), seis doses de P (experimento 2) e seis doses de K (experimento 3) e os tratamentos secundários foram os tempos de avaliações.

As fontes dos nutrientes utilizadas foram ureia (45% de N), superfosfato triplo (41% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O). Não foram realizadas adubações suplementares com Ca, Mg e S nem adição de micronutrientes devido a análise do substrato comercial mostrar que continha nutrientes necessários (Tabela 1). E condições de alta fertilidade, pode-se avaliar um nutriente, por vez, em ausência de outros (RAIJ, 2011).

A irrigação foi feita diariamente via mangueira com “chuveirinho” acoplado, de acordo com a necessidade das plantas. Já o tratamento fitossanitário foi realizado com aplicação de fungicida mensalmente.

As avaliações de massa seca da raiz e parte aérea foram determinadas em balança de precisão após secagem em estufa a 60°C, até peso constante. A altura foi obtida desde o colo do porta-enxerto até a gema terminal do ramo principal, com régua graduada, em cm.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância de regressão polinomial e a comparação das médias pelo teste de Tukey no nível de 5%.

O substrato comercial utilizado foi o Bioplant® composto de casca de pinus, esterco, serragem, fibra de coco, vermiculita, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio e aditivos fertilizantes (conforme descrição na embalagem do substrato). Antes da montagem dos experimentos, o substrato, foi previamente analisado e apresentou a seguinte composição conforme Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do substrato utilizado no cultivo do porta-enxerto ‘Flying Dragon’.

CE	pH	N _{nitrito}	N _{amônia}	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
dS m ⁻¹								mg. dm ⁻³						
5,82	5,7	155,1	5,6	14,3	560	341	183	422,4	215	1,46	0,04	0,19	0,85	0,17

Método de extração: 1:1,5 (Holanda). Método de determinação: N-(amoniaco e nitrato): destilação; P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, B: ICP-OES.

3.2 Semeadura em tubetes

Os trabalhos foram desenvolvidos com o porta-enxerto ‘Flying Dragon’ de janeiro a maio de 2012, a partir de sementes do Banco de germoplasma da EECB, que se encontravam armazenadas sob refrigeração a 5°C. Para uniformização da germinação, as sementes passaram por processo padrão de

retirada do tegumento, sendo, posteriormente, semeadas em tubetes (50 cm³) previamente preenchidos com substrato comercial Bioplant® muito utilizado em viveiros. Para uma melhor seleção dos porta-enxertos nucelares germinados, semeou-se 60% a mais do que o necessário.

Todos os experimentos constaram de quatro repetições, sendo cada repetição composta de 10 plantas, totalizando 40 plantas por tratamento, gerando um total de 240 plantas por experimento. Os tempos de avaliação para variáveis de diâmetro e altura do porta-enxerto foram 30, 45, 60, 75 e 90 dias e para as variáveis massas seca da parte aérea e raiz foram 30, 60 e 90 dias.

As seis doses foram constituídas por: D0 = testemunha sem adubação; D1= metade da dose padrão; D2 = a dose padrão (920 mg dm⁻³ de N e 790 mg dm⁻³ de K recomendadas por Ruschel et al. 2004 e de P igual 100 mg dm⁻³ recomendada por Boaventura, 2003); D3 = uma vez e meia a dose padrão; D4 = duas vezes a dose padrão; e D5 = duas vezes e meia a dose padrão.

As adubações com N e K foram realizadas em cobertura via aplicação manual conforme recomendação de Vale et al. (2008), com parcelamento das doses de acordo com o crescimento das plantas, sendo distribuídas em 15 semanas (n), da seguinte forma: n1=2%; n2=2%; n3=2%; n4=5%; n5=5%; n6=5%; n7=5%; n8=8%; n9=8%; n10=8%; n11= 10%; n12= 10%; n13=10%; n14=10% ; n15=10%, totalizando 100% da dose. No entanto, na 12ª semana os porta-enxertos já tinham atingido altura ideal para o transplântio, e por isso foi aplicado apenas 70% da dose recomendada por Vale et al. (2008). A partir do 16º dia após a semeadura, em cada tubete, foram aplicadas duas vezes por semana 5 mL das diferentes concentrações de N e K. Já as adubações com P foram aplicadas em dose total durante a implantação do experimento, misturadas diretamente no substrato.

As avaliações de diâmetro do caule foram feitas na altura do colo com paquímetro digital, em mm.

3.3 Transplântio para os sacos plásticos

Após a última data de avaliação do experimento anterior (04/05/2012), os porta-enxertos da primeira etapa, foram transplantados para os sacos plásticos (volume $2,6 \text{ dm}^3$) em maio de 2012 e as avaliações foram até outubro.

Para o transplântio observou-se o sistema radicular, sendo que aqueles que se apresentavam mal formados (“cadeirinha”) foram descartados. Assim como na primeira fase, as doses de P foram aplicadas diretamente no substrato em dose total, antes do preenchimento dos sacos plásticos.

Já as doses de N e K foram parceladas em 30 aplicações com frequência de duas vezes por semana: iniciando com 1% da dose (durante 3 semanas); 2,5% (durante 4 semanas); 4% (durante 3 semanas); 5% (durante 6 semanas), totalizando 100% da dose. As aplicações das doses de N e K tiveram início após o estabelecimento dos porta-enxertos nos sacos, seis dias após o transplântio, no dia 10/05/2012.

As seis doses foram constituídas por: D0 = testemunha sem adubação; D1= metade da dose padrão; D2 = a dose padrão (918 mg dm^{-3} de N, 876 mg dm^{-3} de K e 184 mg dm^{-3} de P) segundo recomendação de Boaventura et al. (2004); D3 = uma vez e meia a dose padrão; D4 = duas vezes a dose padrão; e D5 = duas vezes e meia a dose padrão. O volume de solução aplicado por dia foi de 200 mL por planta.

O delineamento e o número de repetições foram os mesmos adotados na primeira fase, apenas o número de plantas por repetição foi reduzido para cinco, devido à seleção feita durante o transplântio, totalizando 20 plantas por tratamento, gerando um total de 120 plantas por experimento.

Os tempos de avaliação para variáveis de diâmetro e altura foram 14, 34, 47, 57, 76, 88, 103, 116, 143 dias após o transplântio.

As avaliações de diâmetro do caule foram feitas cinco cm acima do colo do porta-enxerto, com paquímetro digital em mm.

3.4 Enxertia dos porta-enxertos com a variedade copa lima ácida 'Tahiti'

Os porta-enxertos atingiram diâmetro médio para a enxertia, somente aos 275 dias após a semeadura ou 175 dias após o transplântio, quando foram enxertados pelo método da borbulhia, em "T" invertido, com borbulhas de lima ácida 'Tahiti'. Para estimular a brotação da borbulha, os porta-enxertos foram dobrados para que houvesse perda de dominância apical, logo após a enxertia.

Os tratamentos foram às seis doses aplicadas nos porta-enxertos, resultantes das adubações da fase anterior, constituídas por: D0 = testemunha sem adubação; D1= metade da dose padrão; D2 = a dose padrão (918 mg dm⁻³ de N, 876 mg dm⁻³ de K e 184 mg dm⁻³ de P) segundo recomendação de Boaventura et al. (2004); D3 = uma vez e meia a dose padrão; D4 = duas vezes a dose padrão; e D5 = duas vezes e meia a dose padrão.

Após 34 dias de enxertadas as mudas, foi feito o desmame ou a decepa do porta-enxerto. Posteriormente, as mudas foram lavadas para retirada de qualquer resíduo de substrato, quando foi separada em parte aérea e raiz.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com uma repetição sendo cada repetição composta de três plantas, totalizando três plantas por tratamento, gerando um total de dezoito plantas por experimento.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

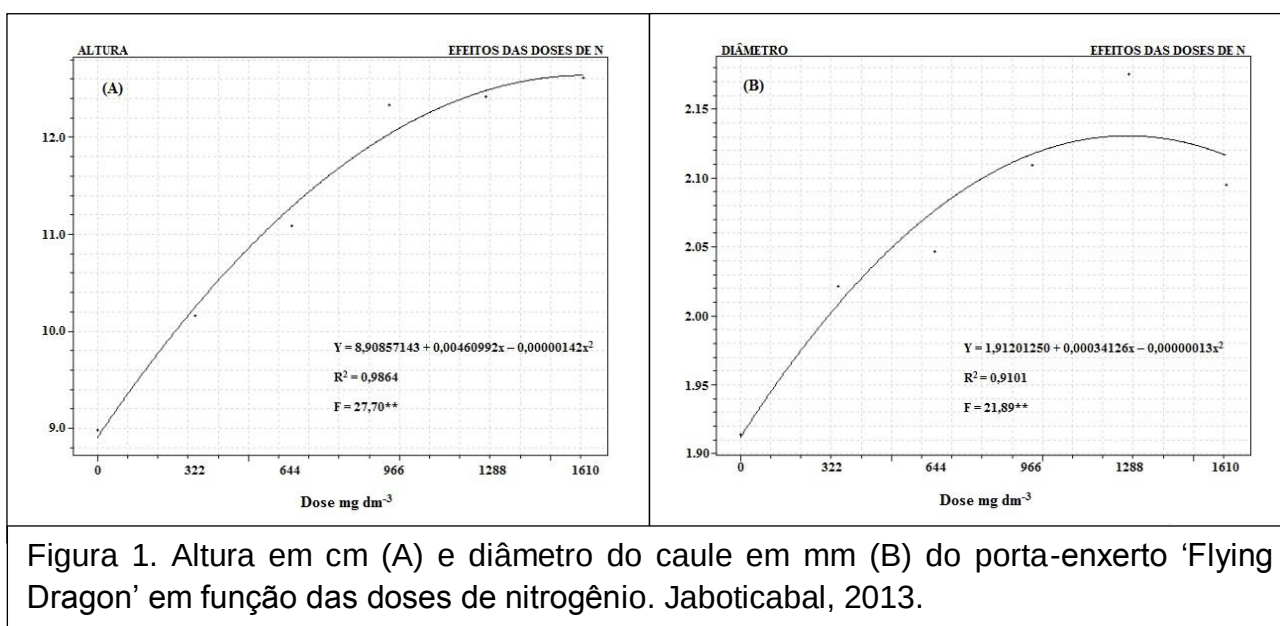
4.1 Análise do crescimento do porta-enxerto sob doses de N, P e K desde a semeadura em tubetes até o transplântio para os sacos plásticos.

4.1.1 Altura e diâmetro do caule sob o efeito de doses de N

Como pode ser visto na Figura 1, o nitrogênio teve influência tanto na altura quanto no diâmetro do caule do porta-enxerto 'Flying Dragon', de modo que a dose 1288 mg dm⁻³ proporcionou os melhores resultados, a partir da qual tende a estabilizar os crescimentos. A dose que proporcionou maior diâmetro foi também a de 1288 mg dm⁻³, mostrando desempenho diferente ao observado para o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' por Vale e Prado (2009) onde a dose que

proporcionou maior diâmetro foi a de 1840 mg dm⁻³. Outros autores relatam que o diâmetro do caule não apresentou diferença significativa entre doses de N, apenas foi superior a testemunha nos trabalhos realizados por Rozane et al. (2007) utilizando porta-enxerto citrumelo 'Swingle'.

Comportamento bastante semelhante ao do estudo com o porta-enxerto 'Flying Dragon' (Figura 1), foi observado para outros porta-enxertos, tais como: tangeleiro 'Orlando', limoeiro 'Cravo', limoeiro 'Volkameriano', tangerineira 'Cleópatra' e tangerineira 'Sunki' que, de acordo com Decarlos Neto et al. (2002), tem as seguintes exigências para máximo crescimento 1117; 1240; 1417; 1170 e 1145 mg dm⁻³ de N, respectivamente. Essa semelhança pode ser explicada devido a utilização do mesmo recipiente (tubete) e do mesmo volume de solução (5 ml) aplicada por tubete, além da utilização de ureia como fonte de N em ambos os experimentos.



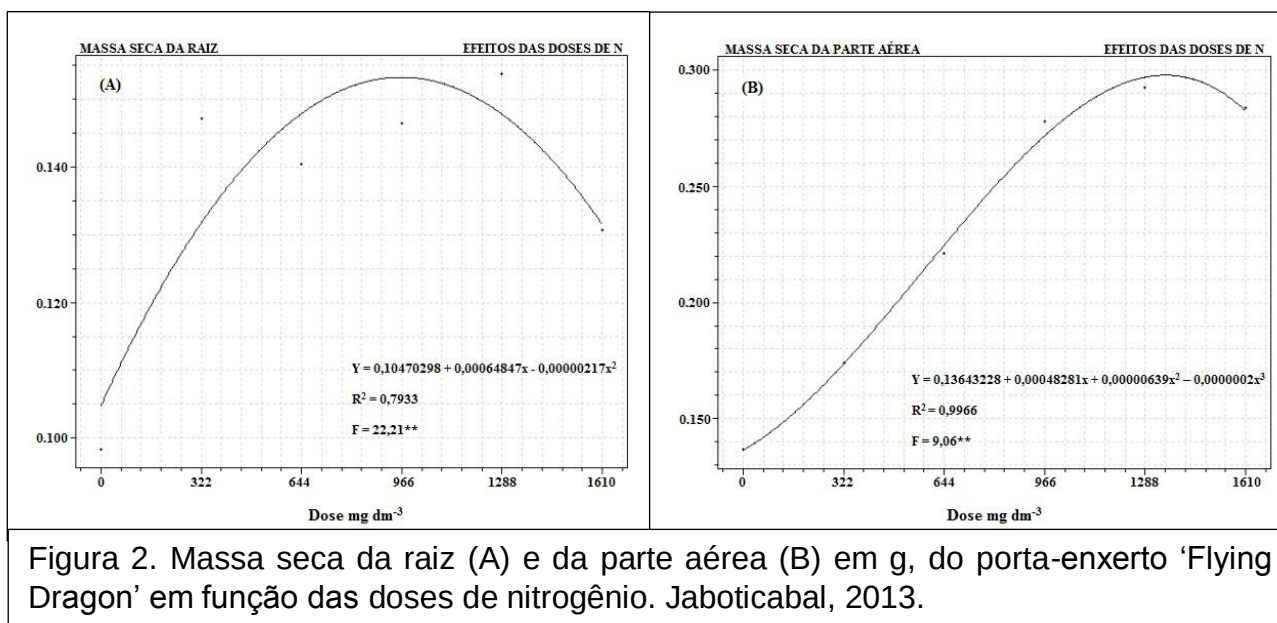
4.1.2 Massa seca do sistema radicular e da parte aérea sob o efeito de doses de N.

Na Figura 2, observa-se que o nitrogênio tem maior influência na massa seca da parte aérea do que das raízes, embora as doses menores tenham influenciado ambos. A partir da dose 966 e 1288 mg dm⁻³, passa a não haver efeito para acúmulo de massa seca nas raízes e parte aérea, respectivamente.

Desde que, para a produção de mudas é essencial um bom sistema radicular, a dose 966 mg dm^{-3} é, portanto, a ideal para este porta-enxerto, uma vez que doses superiores não proporcionaram grandes diferenças nas demais variáveis. Este efeito depressivo pode ter ocorrido devido a diminuição do pH do substrato, através da liberação de íons H^+ produzidos durante o processo de nitrificação da ureia aplicada (DECARLOS NETO et al., 2002).

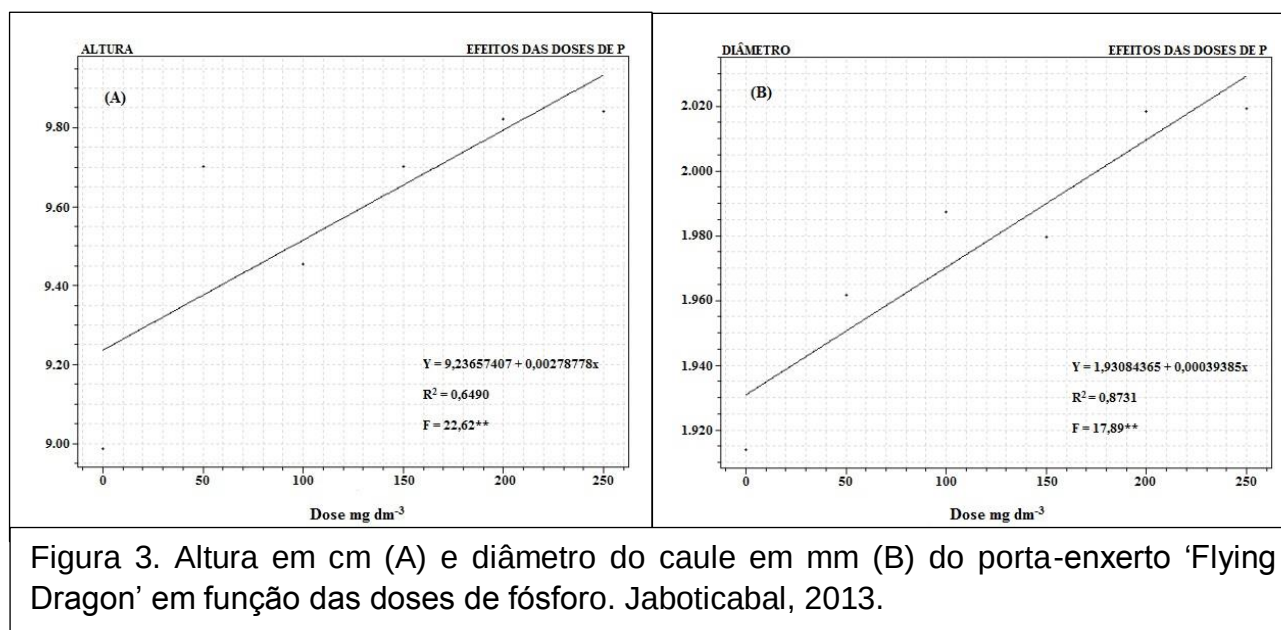
Os resultados obtidos no tratamento testemunha (sem nitrogênio), em comparação com as demais doses, observa-se a importância do fornecimento de nitrogênio para a formação de mudas de 'Flying Dragon', assim como para o limoeiro 'Cravo' (SCIVITTARO et al., 2004; VALE e PRADO., 2009), citrumelo 'Swingle' (ROZANE et al., 2007), tangerinas 'Cleópatra' e 'Sunki', limoeiros - 'Cravo', 'Volkameriano', tangelo 'Orlando' de acordo com Decarlos Neto et al., (2002). A ausência de suplementação mineral com nitrogênio comprometeu o crescimento das plantas, que apresentaram desempenho inferior ao daquelas adubadas, confirmando observações de Maust & Willianson (1994) e Mattos Junior et al. (2001).

Scivittaro et al. (2004), estudando o desempenho do porta-enxerto limoeiro 'Cravo', em função da aplicação de N, observaram produção máxima de massa seca da parte aérea (MSPA) utilizando a dose de 380 mg dm^{-3} e máxima produção de massa seca de raiz (MSR) utilizando a dose 350 mg dm^{-3} , inferiores as doses de 966 mg dm^{-3} (MSR) e 1288 mg dm^{-3} (MSPA) utilizadas para o 'Flying Dragon'. Já Mattos Júnior et al. (2001) observaram para o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', que a dose de máxima eficiência na produção de massa seca total foi a de 500 mg dm^{-3} de N, ainda distante da dose de 966 mg dm^{-3} utilizada para o 'Flying Dragon' (Figura 2). De forma geral, segundo Scivittaro et al. (2004) e Rozane et al. (2007), a produção de massa seca de raízes acompanha o padrão observado para a parte aérea, comportamento esse que se distingue do relatado por Bernardi et al. (2000) e Mattos Junior et al. (2001), segundo os quais, sob doses mais altas de nitrogênio o crescimento da parte aérea é maior que o das raízes corroborando com os resultados encontrados para o 'Flying Dragon' (Figura 2).



4.1.3 Altura e diâmetro do caule sob o efeito de doses de P.

Quanto ao elemento fósforo, observa-se aumento tanto para altura quanto para diâmetro do caule, não se chegando a um ponto de máximo (Figura 3). Resultados contrastantes foram obtidos por Vale & Prado (2009) em limoeiro 'Cravo', que relataram, como resposta da aplicação de fósforo, para o diâmetro, que o ponto de máximo ocorreu na dose de P igual a 93 mg dm^{-3} . Concluíram ainda que, altas doses de P provocam diminuição da altura da parte aérea, possivelmente devido ao reflexo da influência negativa desse nutriente no incremento do diâmetro e na altura dos porta-enxertos limoeiro 'Cravo'. Já para Rozane et al. (2007) com o porta-enxerto citrumelo 'Swingle' verificaram que não houve diferença entre as doses de P aplicadas no diâmetro, apenas houve diferença com relação a testemunha.



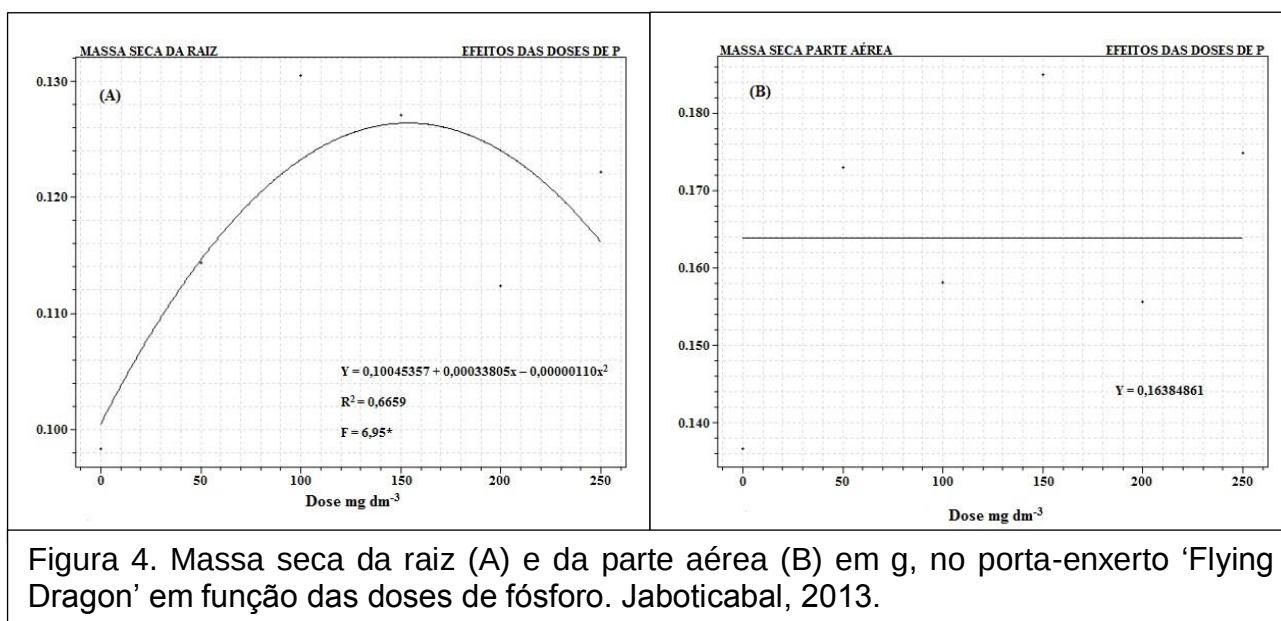
4.1.4 Massa seca do sistema radicular e da parte aérea sob o efeito de doses de P.

Quando se analisa a produção de massa seca da parte aérea e da raiz, tem-se efeito registrado apenas para as raízes, com máximo valor de massa seca quando se aplica a dose 150 mg dm^{-3} (Figura 4). E quando se aplicam doses superiores, os comprimentos, em cm, aumentam, mas não há relação com a produção de massa seca dos respectivos órgãos, indicando que estes são mais finos, portanto mais sensíveis à desidratação e a quebra.

Discordando dos resultados encontrados no presente estudo com o porta-enxerto 'Flying Dragon', Rozane et al. (2007), afirmam que a massa seca das raízes apresenta o mesmo comportamento de crescimento observado para massa seca da parte aérea a medida que se aumentaram as doses de P. A explicação para essa discordância se deve a utilização de substrato de composição diferente.

Vale & Prado (2009) com o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' concordam que a adubação com fósforo resulta em incremento na massa seca da parte aérea, tendo como ponto de máximo a dose de P igual a 113 mg dm^{-3} . Esses resultados foram contrastantes aos dados obtidos com o porta-enxerto 'Flying Dragon'

podendo ser explicado pelo aumento do pH do substrato devido a adição de fósforo (superfosfato triplo) prejudicou o crescimento das raízes.



4.1.5 Altura, diâmetro do caule, massa seca do sistema radicular e da parte aérea sob o efeito de doses de K.

Em relação ao potássio aplicado, não se observou qualquer efeito na altura ou no diâmetro do porta-enxerto, como pode ser visualizado nas Figuras 5 e 6. O que era de se esperar dada a quantidade deste elemento registrada na análise do substrato, e que apesar da indicação de aplicação de nutrientes ser comumente feita, a análise do substrato é fundamental, como pode ser visto neste trabalho com o porta-enxerto 'Flying Dragon' (Tabela 1).

O cloreto de potássio utilizado como fonte de potássio, no experimento com o porta-enxerto 'Flying Dragon', possui elevado efeito salino, prejudicando as plantas se colocado próximo de sementes ou mudas, por isso aplicações elevadas do fertilizante podem causar danos às plantas (RAIJ, 2011).

Rozane et al. (2007) verificaram que, para a variável diâmetro do caule, que as doses de K, diferenciaram-se apenas da testemunha. Já Vale & Prado (2009) verificaram que a aplicação de potássio promoveu incremento no diâmetro do limoeiro 'Cravo', sendo a dose 1000 mg dm⁻³, associada ao maior diâmetro. Resultados semelhantes foram obtidos por Bernardi et al. (2000), que observaram

aumento no diâmetro da muda de laranjeira ‘Valência’ sobre o porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’ em função da aplicação de potássio. Essa diferença pode ser explicada devido à utilização de substrato com composição química diferente da utilizada no estudo com o porta-enxerto ‘Flying Dragon’.

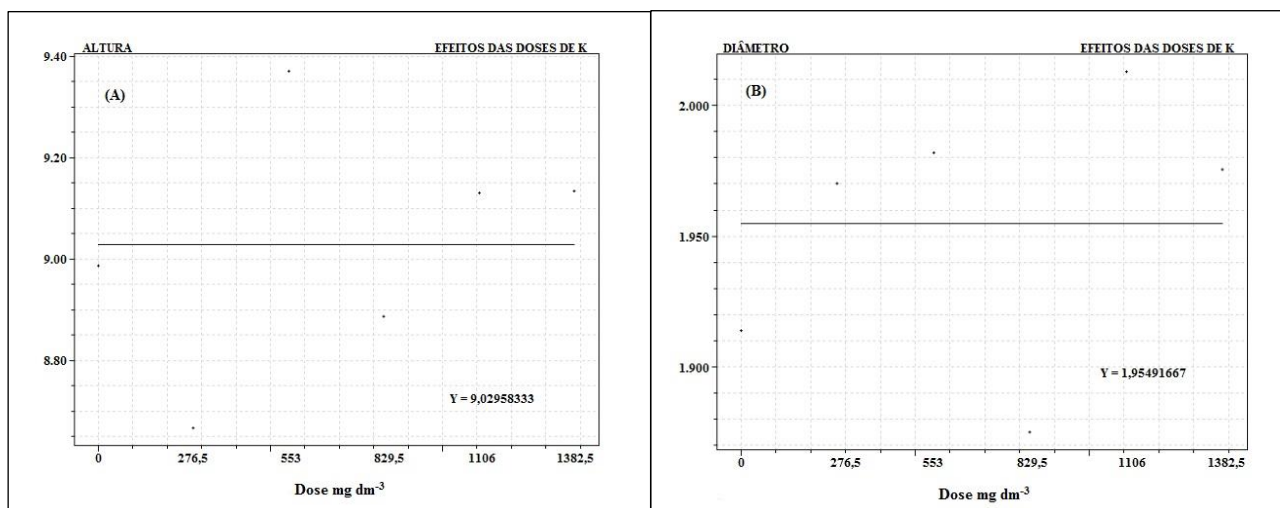


Figura 5. Altura em cm (A) e diâmetro do caule em mm (B) do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ em função das doses de potássio. Jaboticabal, 2013.

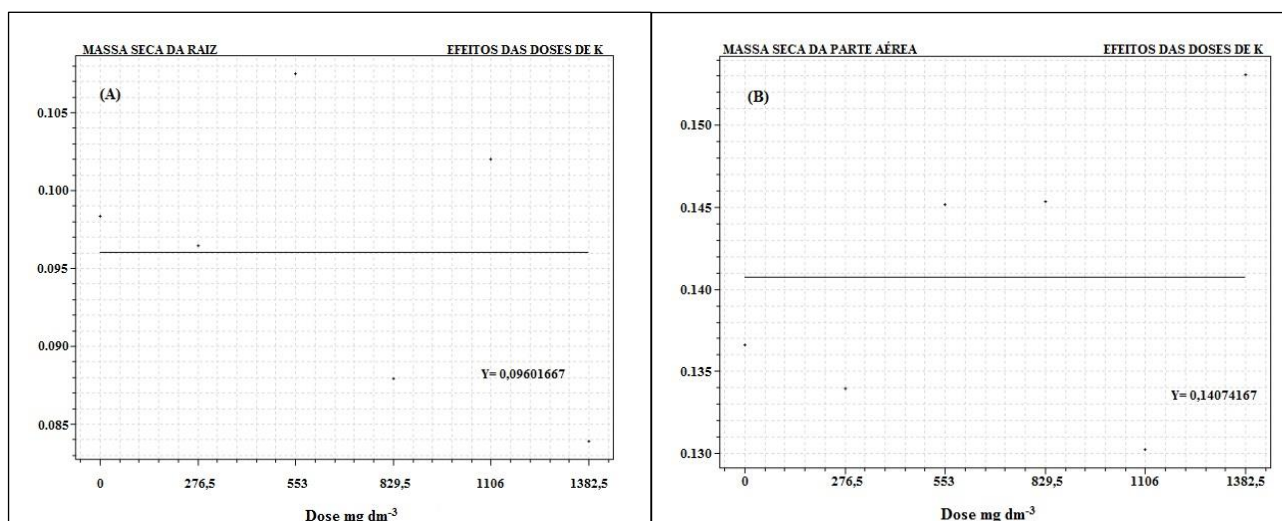


Figura 6. Massa seca da raiz (A) e da parte aérea (B) em g, do porta-enxerto ‘Flying Dragon’ em função das doses de potássio. Jaboticabal, 2013.

4.2 Influência de doses de N, P e K no crescimento do porta-enxerto 'Flying Dragon' na fase de pós-transplântio.

4.2.1 Altura e diâmetro do caule sob o efeito de doses de N.

Assim como aconteceu na fase anterior, o N influenciou tanto na altura quanto no diâmetro do porta-enxerto 'Flying Dragon', sendo que a dose de 1836 mg dm⁻³ proporcionou os melhores resultados, a partir da qual tende a estabilizar os crescimentos (Figura 7).

Observações semelhantes, para diâmetro, foram feitas por Vale (2007) estudando o efeito de N, P e K no crescimento do porta-enxerto citrumelo 'Swingle', e Decarlos Neto et al. (2002) em limoeiro 'Cravo', sendo que, para ambos, o ponto de máximo foi atingido na dose de 1840 mg dm⁻³. Esses resultados mostram que a dose, utilizada em todos os estudos citados acima, está adequada para o bom desenvolvimento dos diferentes porta-enxertos, para variável em questão.

Eposti e Siqueira (2004), estudando o porta-enxerto tangerina 'Cleópatra', cultivadas em citrovasos (3,8 dm³), obtiveram crescimento máximo, em altura e diâmetro, aos 240 dias após o transplântio, com doses de N na faixa de 543 a 772 mg dm⁻³. No mesmo trabalho, para os porta-enxertos limoeiros 'Volkameriano' e 'Cravo', o máximo diâmetro foi alcançado com as doses de 433 e 455 mg dm⁻³, respectivamente.

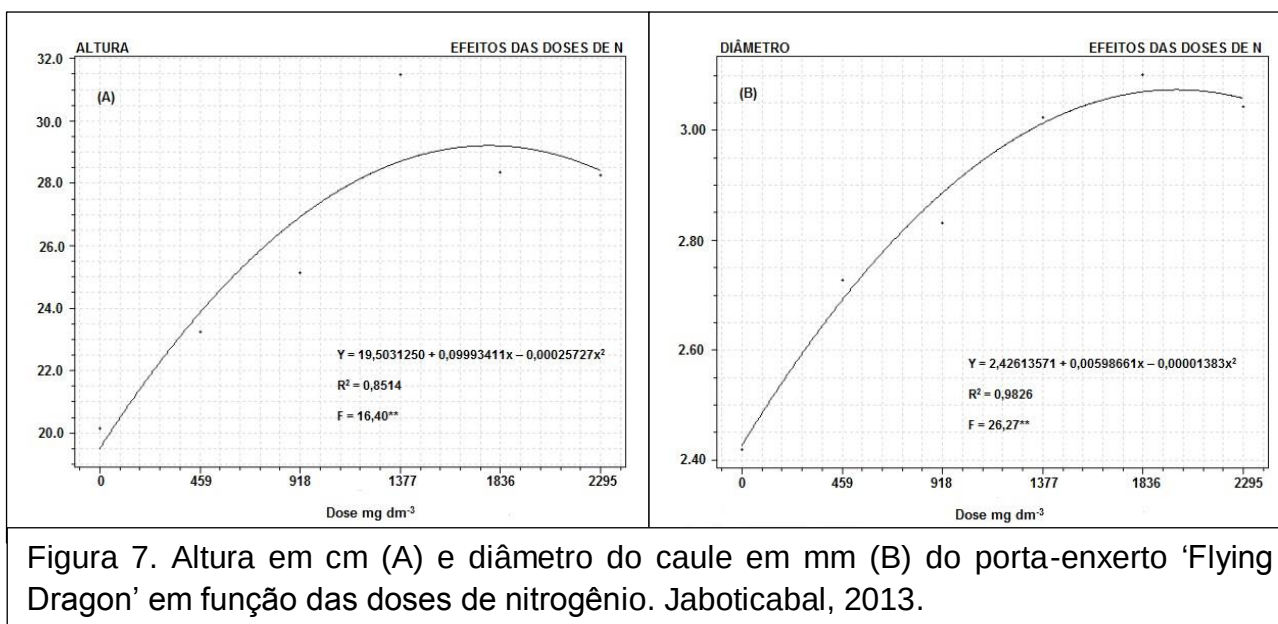
Scivittaro et al. (2004), avaliando doses de N, constataram que a dose de 370 mg dm⁻³ foi responsável pelas maiores alturas e diâmetros dos porta-enxertos de limoeiro 'Cravo', dose esta, inferior às encontradas no estudo com 'Flying Dragon', responsável pelo máximo crescimento, devido a diferenças de exigência entre as espécies estudadas.

Vitória (2002), estudando porta-enxerto de limoeiro 'Cravo', com relação à altura, cita que a máxima altura alcançada foi de 115,58 cm na dose de N de 6,19 g.planta⁻¹. Já em estudo com porta-enxerto tangerina 'Cleópatra', notou que doses elevadas de N contribuem significativamente com o aumento da altura dos porta-enxertos. Esses efeitos também foram encontrados por Carvalho e Souza (1996) também estudando os porta-enxertos tangerina 'Cleópatra' e limoeiro

‘Cravo’. Para o porta-enxerto ‘Flying Dragon’ o efeito das doses de N, promoveram altura máxima de 28 cm na dose de 1836 mg dm⁻³ (Figura 7).

Prado et al. (2009), estudando mudas de Laranjeira ‘Valencia’ enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’, utilizando as doses de 459, 918 e 1836 mg dm⁻³ de N, não obtiveram resposta positiva para as variáveis diâmetro e altura, apenas que foram superiores à testemunha sem adubação.

Penna et al. (2012), estudando aplicação de N, P e K em mudas de ‘Tahiti’ sobre ‘Flying Dragon’, verificaram que não houve efeito da adubação com N para o diâmetro, nem mesmo com relação a testemunha. Essa divergência ocorreu por se tratar de fases diferentes de desenvolvimento, uma muda já enxertada, possui exigências diferenciada de nutrientes.

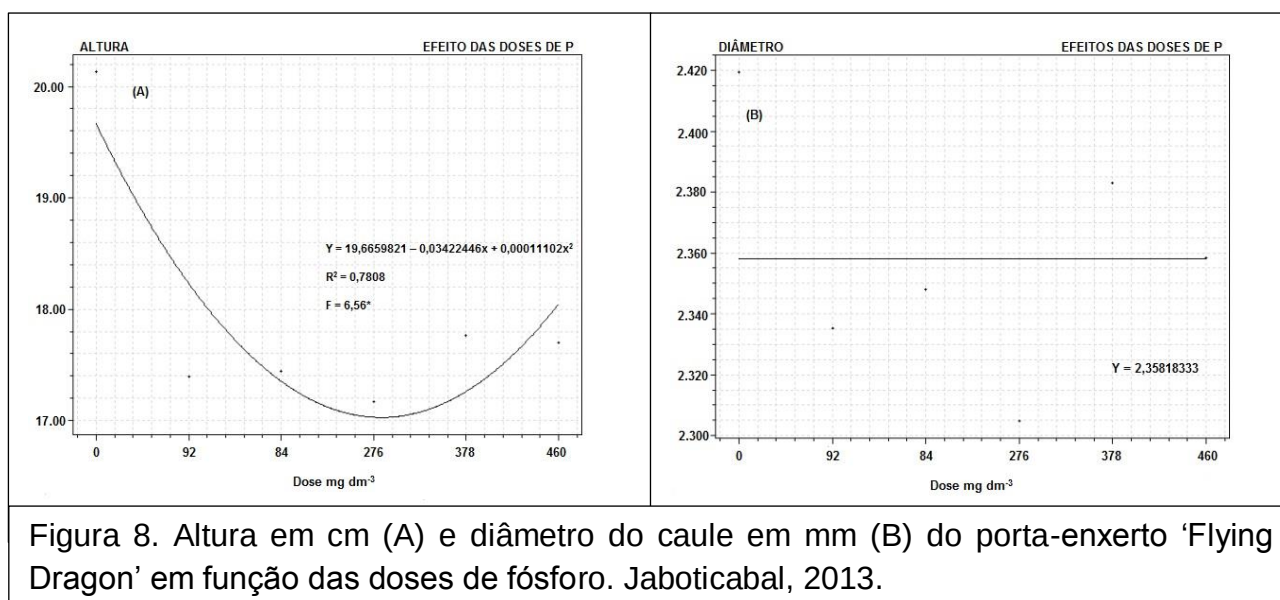


4.2.2 Altura e diâmetro do caule sob o efeito de doses de P.

O fósforo teve efeito negativo na altura do porta-enxerto estudado, e para o diâmetro não se encontrou resposta à aplicação das doses (Figura 8). Entretanto, Vichiato (1996) observou em porta-enxerto de tangerina ‘Cleópatra’, resposta contrária, uma vez que houve crescimento com o aumento da dose de P.

Vale e Prado (2009) estudando o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ verificaram que a dose de 50 mg dm^{-3} proporcionou maior diâmetro de caule (1,8 mm) e que a partir desta dose obtiveram resposta negativa. Estes autores verificaram efeito supressor do P, que pode ser atribuído à elevação da pressão osmótica do meio de cultivo, causando danos às raízes e assim prejudicando a absorção de nutrientes e consequentemente o desenvolvimento das plantas (PERIN et al., 1999).

Já Penna et al. (2012) verificaram que para o diâmetro das mudas de ‘Tahiti’ sobre ‘Flying Dragon’, não houve efeito da adubação com P. Divergindo do observado pelos autores Rozane et al. (2009), estudando limoeiro ‘Cravo’, que verificaram que a o diâmetro aumentou até a dose de 100 mg dm^{-3} , a partir da qual não obtiveram mais resposta positiva.



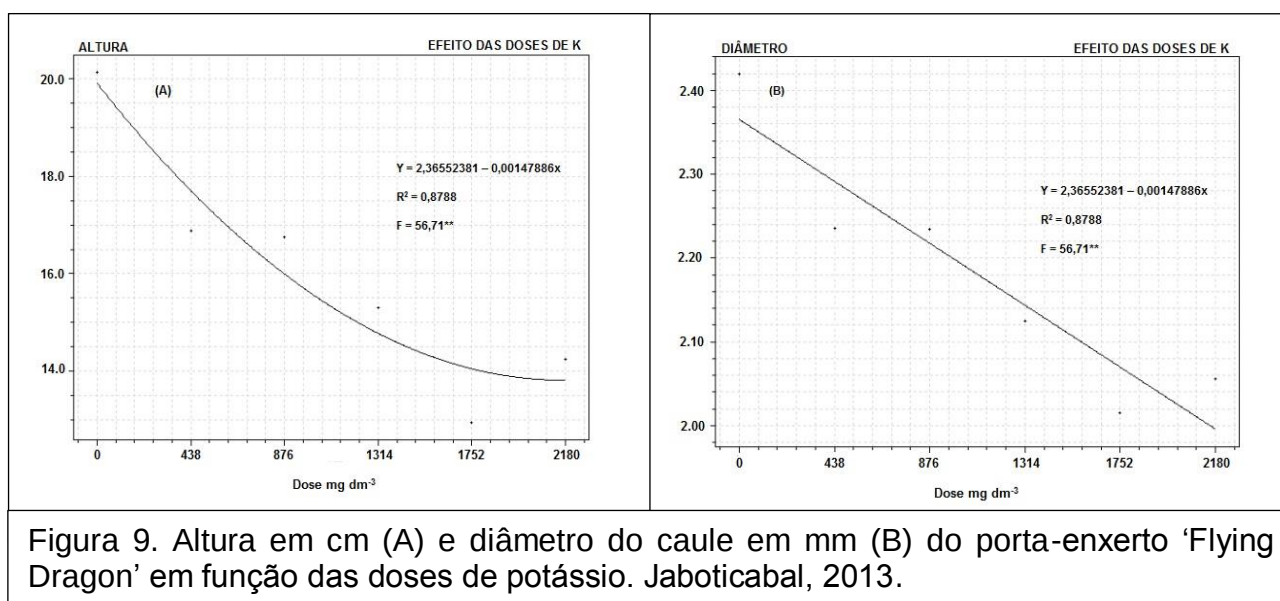
4.2.3 Altura e diâmetro do caule sob o efeito de doses de K.

As doses de potássio influenciaram de forma negativa, ambas as variáveis estudadas (Figura 9). Entretanto, trabalhos com mudas e outros porta-enxertos cítricos evidenciam efeito positivo deste elemento.

Bernardi et al. (2000), estudando o desenvolvimento de mudas de laranja ‘Valência’ sobre o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’, observaram que as

doses de K promoveram incremento na altura e no diâmetro, com altura máxima de 128,84 cm e diâmetro máximo de 98,03 mm ambos na dose de 3 g por planta.

Vitória (2002) observou em mudas de laranjeira 'Pêra' sobre limoeiro 'Cravo', que o aumento das doses de K teve pouca influência no aumento do diâmetro. Já Penna et al. (2012) verificaram que, para o diâmetro de mudas de 'Tahiti' sobre 'Flying Dragon', não houve efeito da adubação com K, o que diverge do atual experimento com 'Flying Dragon' que para diâmetro observou-se resposta negativa (Figura 9).



4.3 Massa seca da raiz e da parte aérea da muda de lima ácida 'Tahiti' sobre 'Flying Dragon' 34 dias após a enxertia sob o efeito de doses de N, P e K.

4.3.1 Massa seca da raiz e da parte aérea sob o efeito de doses de N.

Observa-se na Figura 10 que o nitrogênio influenciou positivamente, tanto a massa seca de raiz (MSR) quanto à da parte aérea (MSPA), onde as maiores doses proporcionaram os maiores valores.

Vale (2007) e Scivittaro et al. (2004), trabalhando com o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', verificaram que a aplicação de N, proporcionou incrementos na massa seca da parte aérea, já a massa seca de raiz foi reduzida com o aumento da dose de N. Concordando com os autores anteriores, Castle (1978) também

relata que o aumento das doses de N, pode favorecer o crescimento da parte aérea da muda em detrimento do sistema radicular. Entretanto, o que se verificou para o 'Flying Dragon' foi que com o aumento das doses de N, ocorreu um favorecimento do crescimento de ambos, parte aérea e raiz.

Bernardi et al. (2000), estudando mudas de laranja 'Valência' sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo', verificaram que o aumento das doses de N afetou negativamente a produção de massa seca de raízes. Comportamento semelhante foi observado por Vitória (2002), com os porta-enxertos tangerina 'Cleópatra' e limoeiro 'Cravo', e por Carvalho e Souza (1996), também estudando os mesmos porta-enxertos. Além desses, outros autores como Marschner (1995), Maust e Williamson (1994), Smith (1966) e Ford et al. (1957) também observaram reduções no sistema radicular de plantas cítricas, com a utilização de doses elevadas de N. Sendo assim, efeitos negativos de altas doses de N no crescimento das raízes, parecem independender da espécie utilizada como porta-enxerto, já que o aqui observado foi um aumento de massa seca tanto da raiz como da parte aérea correspondente ao aumento da dose do nutriente. Portanto, os resultados destes autores se diferenciam dos aqui encontrados, uma vez que a dose de 2295 mg dm⁻³ proporcionou o maior crescimento, embora não tenha atingido o máximo (Figura 10). Uma possível explicação para o observado neste trabalho, é que às doses de N utilizadas podem não ter sido consideradas excessivas, para o porta-enxerto 'Flying Dragon'.

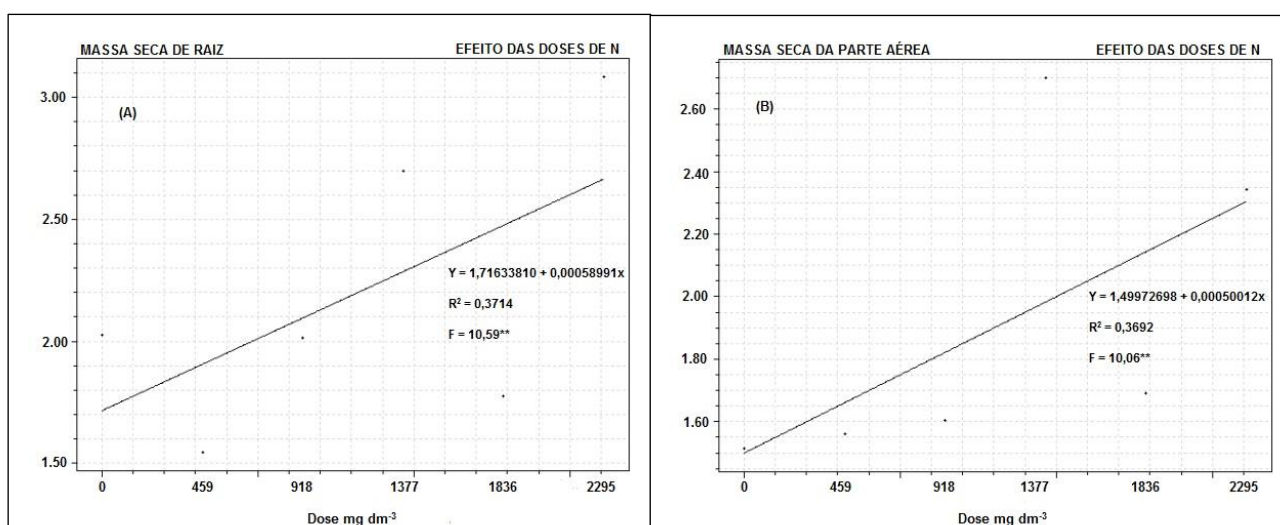


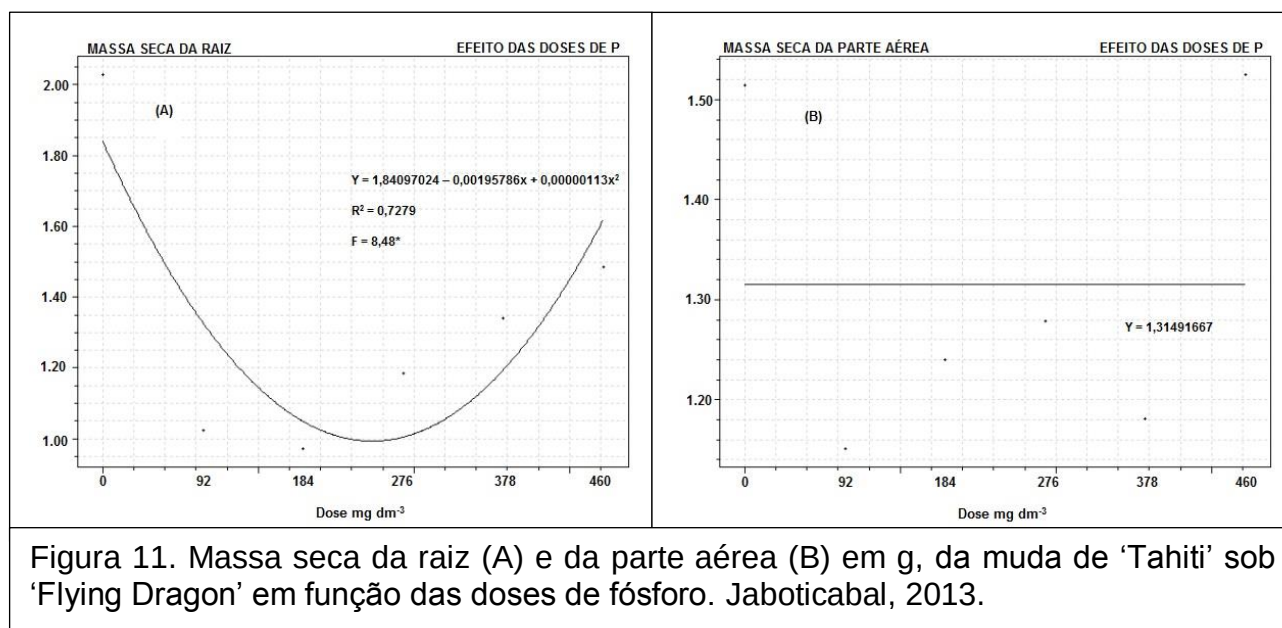
Figura 10. Massa seca da raiz (A) e da parte aérea (B) em g, da muda de 'Tahiti' sob 'Flying Dragon' em função das doses de nitrogênio. Jaboticabal, 2013.

4.3.2 Massa seca da raiz e da parte aérea sob o efeito de doses de P

Conforme se observa na Figura 11, o fósforo teve resposta negativa na massa seca da raiz (MSR) dos porta-enxertos, não tendo influência na massa seca da parte aérea (MSPA). Entretanto, outros autores encontraram resposta positiva.

Rezende et al. (1995), em plantas de limoeiro 'Cravo' aos 259 dias após a semeadura, obtiveram resposta positiva com aplicação da dose de 1280 g de P_2O_5 por m^3 uma massa seca de raiz de 8,6 g. Já Eposti (2000) obteve resposta positiva com um valor máximo de 14,8 g de MSR em porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' aptas à enxertia. Vichiato (1996) também observou que, com o aumento na dose de P aplicada ao substrato, houve um aumento da MSR, com o ponto máximo na dose de 1280 g m^{-3} . Vale e Prado (2009) estudando crescimento inicial do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' verificaram que a adubação com P resultou em incremento da MSPA, tendo como ponto de máximo a dose de P igual a 113 mg dm^{-3} .

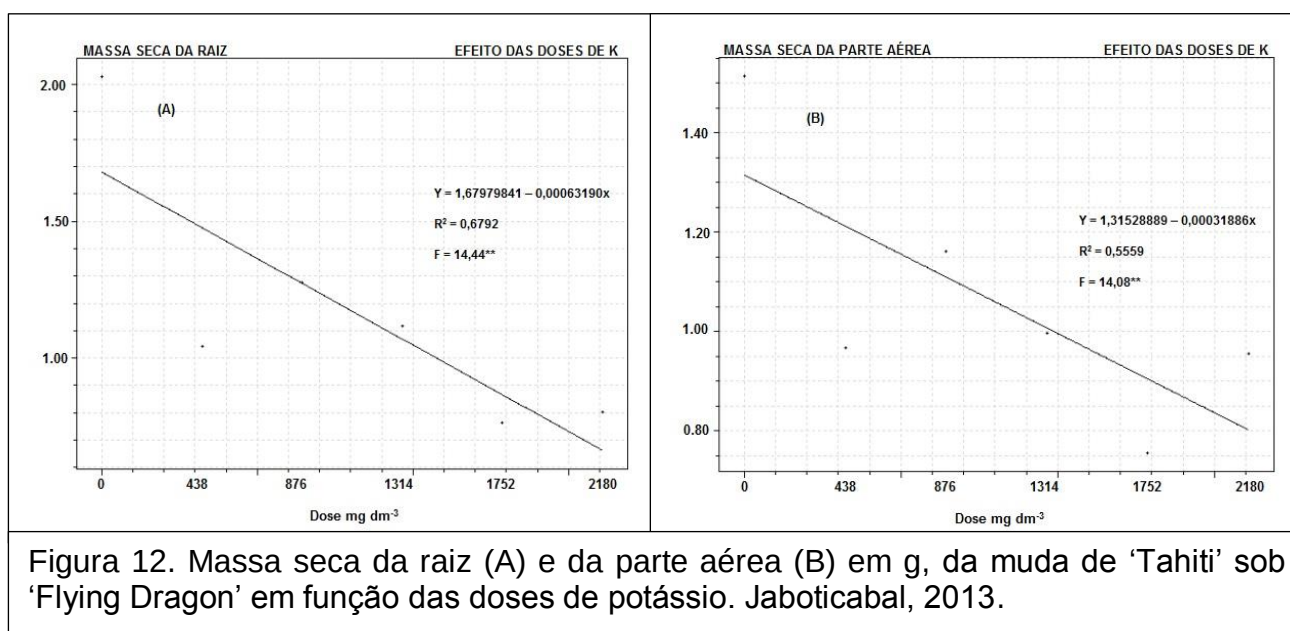
Uma explicação para a diferença dos resultados encontrados, pode estar na diferença de tamanho dos recipientes utilizados durante a fase de propagação dos porta-enxertos, que limitam o crescimento das raízes, interferindo também da parte aérea. Com isso, Rezende et al. (2002) afirmam que, ao se fazer a semeadura do porta-enxerto cítrico em recipientes, deve-se evitar que a expansão do seu sistema radicular seja prejudicado pela capacidade limitada do recipiente, e que a poda natural das raízes (necrose da coifa e meristema apical das raízes quando em contato com o ar atmosférico) promove significativa modificação na arquitetura original do sistema radicular, achatando-o, principalmente devido a eliminação da raiz pivotante.



4.2.6 Massa seca da raiz e da parte aérea sob o efeito de doses de K.

O potássio interferiu negativamente tanto na massa seca da raiz quanto na parte aérea da muda de 'Tahiti' sobre o porta-enxerto 'Flying Dragon' (Figura 12). No entanto, outros autores encontraram resposta positiva a aplicação de potássio em outros porta-enxertos e mudas de citros.

Prado et al. (2008), estudando mudas de laranjeira 'Valência' enxertadas em citrumeleiro 'Swingle', e Rozane et al (2007), estudando apenas o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle', encontraram respostas positivas a aplicação de K. Assim como Bernardi et al. (2000) verificaram que o efeito da aplicação de potássio proporcionou valores máximos de massa seca total (45,32 g por planta) de mudas de laranjeira 'Valência' sobre o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' na dose de 2,29 g de K por planta. Concordando com os autores anteriores, Miller et al. (1993), trabalhando com cinco porta-enxertos de citros, obtiveram resposta positiva na produção de massa seca total com o fornecimento de K, até a dose intermediária de 150 mg dm⁻³. Entretanto, os mesmos autores observaram também que quando se aumentou a dose para 300 mg dm⁻³ não houve resposta à aplicação de doses de K. Isto pode explicar o observado no experimento com 'Flying Dragon' (Figura 12) onde a dose inicial de 438 mg dm⁻³, ultrapassa as 300 mg dm⁻³ de K, citada por Miller et al. (1993).



5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Sugere-se que para a realização de novos trabalhos com o porta-enxerto 'Flying Dragon' se faça, além da análise química do substrato, a análise física e também de condutividade elétrica. Para que se tenham dados relevantes.

Trabalhos com outros tipos de porta-enxerto também são muito importantes, já que cada espécie possui exigências específicas de nutrientes.

O tempo de duração do desenvolvimento do porta-enxerto é outro dado importante de se investigar e por isso sugere-se realizar o experimento, em diferentes épocas do ano, a fim de se avaliar o efeito do ambiente na produção da muda.

A irrigação é outro ponto chave para melhor compreensão da quantidade de água realmente necessária, já que a irrigação nos viveiros é feita aleatoriamente.

O tamanho do recipiente também é outro fator importante para o desenvolvimento dos porta-enxertos que deve ser estudado melhor utilizando vários tipos e tamanhos.

6. CONCLUSÃO

As doses de N proporcionaram alterações significativas em todas as variáveis avaliadas, sendo fundamental no incremento das massas secas de raiz e da parte aérea.

A utilização de fósforo somente foi benéfica na fase de tubete, incrementando apenas a massa seca de raiz.

Não há necessidade da utilização de potássio na fase de produção de mudas com o substrato em questão, sendo que após a repicagem tornou-se prejudicial reduzindo massas secas de raiz e parte aérea.

7. REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2013: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2013, 480p.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FERRAREZI R. S.; MEDINA, C. L. **Padrão Nutricional de Mudas de Citros**. Boletim Técnico Vivecitrus/Conplant, Araraquara, 40p., 2008.
- BENNEDETT, W. F. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. In: BENNEDETT, W. F. **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plant**. St. Paul APS Press, p.1-3, 1997.
- BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. Desenvolvimento de mudas de citrus cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.733-738, 2000.
- BERNARDI, A.C.C. **Produção em vasos de mudas de Citrus em resposta à adubação NPK em ambiente protegido**. 1999. 108f. Tese (Doutorado) Piracicaba: USP/ESALQ, 1999.
- BOTEON, M. Comercialização nos mercados internos e externos. In: DIA DO LIMÃO 'TAHITI', 5., 2005. Cordeirópolis centro APTA "Sylvio Moreira", 2007. Palestra disponível em: www.cepea.esalq.usp.br/citros/?id-page=707&i=8. Acesso em: 04 de abril de 2013.
- BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. 2003. 63f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2003.
- BOAVENTURA, P. S. R.; QUAGGIO, J. A.; ABREU M. F.; BATAGLIA O. C. Balanço de nutrientes na produção de mudas cítricas cultivadas em substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 300-305, 2004.
- CARVALHO, S. A. Propagação dos citros. In: Citricultura: Inovações Tecnológicas. Belo Horizonte – MG, EPAMIG, **Informe Agropecuário**, v.22, n.209, p.21-25, 2001.
- CARVALHO, S. A., SOUZA, M. Doses e frequência de aplicação de nitrato de potássio no crescimento do limoeiro 'Cravo' e da tangerina 'Cleópatra' em bandejas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v.37, p. 815-822, 1996.

CASTLE, W. S. Citrus root systems: their structure, function, growth and relationship to tree performance. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, Sidney. **Proceedings**...Sidney: International Society of Citriculture, p. 62-69, 1978.

CASTLE, W. S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. New Zealand, **Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 23, n. 6. p. 383-394, 1995.

DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA D. L.; PEREIRA P. R. G & ALVAREZ V. V. H. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.1, p. 199-203, 2002.

DONADIO, L. C.; STUCHI E. S. Adensamento de plantio e anançamento de citros. **Boletim citrícola** 16, 70 p., 2001.

EMBLETON, T. W., JONES, W. W., LABANAUSKA, C. K., REUTHER, W. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. In: REUTHER, W., BATCHELOR, L. D., WEBBER, H. J. (eds.) **The Citrus Industry**, vol.III. Riverside, University of California – USA, Division of Agricultural Sciences, p.183-210, 1973.

EPOSTI, M. D. D. **Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovassos**. 2000. 96 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000.

EPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA D.L. Doses de ureia no crescimento do porta-enxerto de citros produzidos em recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p. 136-139, 2004.

FAO, Food and Agriculture Organization, 2011. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 14 de abril de 2013.

FORD, H.W.; REUTHER, W.; SMITH, P.F. Effect of nitrogen on root development of Valencia orange trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.70, p.234-244, 1957.

FORTES, L. A. **Processos de produção do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' (Citrus limonia cv. Cravo) em vasos**. 1991. 96 f. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) Lavras – MG, Escola Superior de agricultura de Lavras, ESAL, 1991.

GIRARDI, E. A. , HAYASHI, S. , SILVA, S. R., REIFF, E. T. , SEMPIONATO, O. R. , STUCHI, E. S. , XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Relação entre tamanho e deformidade de colo em porta-enxertos de trifoliata 'Flying Dragon'**, 2012.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Editora Rigel, 446 p., 1994.

KOO, R. C. J. Potassium nutrition of tree crops. In: KILMER, V. J., YOUNTS, S. E., BRADY, N. C. (eds.) The role of potassium in agriculture. **American Society of Agronomy**, Madison, Wisconsin, USA, p.469-487, 1968.

KOO, R. C. J. Potassium nutrition of citrus. In: MUNSON, R. D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: SSSA, p.1077-1086, 1985.

LIRA, L. M. **Efeito de substratos e do superfosfato simples no limoeiro 'Cravo' (Citrus limonia cv. Cravo) até a repicagem**. 1990. 85 f. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) Lavras – MG, Escola Superior de agricultura de Lavras, ESAL, 1990.

MADEMBA-SY F., LEMERRE D. Z., LEBEGIN S. Use of flying dragon trifoliate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. **HortScience**, p. 4-12, 2012.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. 2006, p.126-417.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da laranjeira**. Bebedouro – SP, ULTRAFERTIL, 63p. , 1979.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba – SP, POTAFÓS. 153p. , 1989.

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

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

MARTÍNEZ-PÉREZ, D. **Desenvolvimento, produção e qualidade de laranjeiras doces (Citrus sinensis (L.) Osbeck)**. 1999. 178 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1999.

MATTOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A.; PEDROSO, F. G. Nitrogen fertilization for rangpur lime (Citrus limonia (L.) Osb.) seedlings grown under screen house environment. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6. **Proceedings** Ribeirão Preto: EECB. p. 263-265, 2001.

MATTOS JUNIOR, D. (Org.) ; DE NEGRI, J. D. (Org.); FIGUEREDO, J. O. (Org.). **Lima ácida 'Tahiti'**. Campinas: Instituto Agrônômico, 162p., 2003.

MATTOS JUNIOR, D.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A. Nutrição dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M. & POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, p. 197 - 219, 2005.

MATTOS JUNIOR, D.; RAMOS, U. M.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, P. R. Nitrogênio e cobre na produção de mudas de citros em diferentes porta-enxertos. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 135-147, 2010.

MAUST, B. E.; WILLIAMSON, J. G. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Washington/Alexandria, v.119, p.195-201, 1994.

MEDINA, C. L.; MULLER, G. W.; FIGUEIREDO, J. O.; SALIBE, A. A. Porta-enxerto 'Flying Dragon' em plantios adensados de lima ácida Tahiti. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, n.14, p.8-10, 2000.

MILLER, J.E.; HOFMAN, P.J.; BERRY, R.K. Physiological and nutritional responses of five citrus rootstocks to potassium. **Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences**, v.3, p.20-23, 1993.

MOORBY, J.; BESFORD, R. T. Mineral nutrition and growth. In: GOTTING, A. P.; HARVARD, M. H. **Inorganic plant nutrition**. Berlin: Springer-Verlag, v.15B, p.481-527, 1983.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M. Caracterização de frutos e poliembrionia em sementes de 'Flying Dragon' e de híbridos de porta-enxerto de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 486-492, 2010.

NICOLI, A. M. **Influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro 'Cravo' (Citrus limonia Osbeck) em vasos até a repicagem**. 1982. 100 f. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) Lavras – MG, Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, 1982.

PENNA, L. D.; AROUCA, M.B.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; CAMARA, H. Crescimento de mudas de lima ácida 'Tahiti', enxertada em 'Flying Dragon' em função da fertirrigação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Nucleus**, v.9, n.1, 2012.

PERIN, J. R.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. Efeitos de substratos e doses de fertilizantes de liberação lenta no teor de clorofila e desenvolvimento vegetativo do limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Laranja**, Cordeirópolis, v.20, n.2, p.463-476, 1999.

PINTO, A. C. de Q.; SOUSA, E. dos S. de; RAMOS, V. H. V. **Tecnologia de produção e comercialização da Lima-ácida 'Tahiti', da goiaba e do maracujá-azedo para o cerrado**. In: NEGRI, J. D.; MATTOS JUNIOR, D. Lima-ácida 'Tahiti'. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 67p. (Documentos, 111), 2004.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. P.; COELHO, J. H. C.; ALVARES, B. F.; MENDONÇA, V. Enraizamento de estacas dos porta-enxertos de citros 'fly dragon' e 'trifoliata'. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 195-198, 2002.

POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundag, p. 63-94, 2005.

POMPEU JUNIOR J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do estado de São Paulo. **Revista Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.2, p.413-426, 2004.

PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; CAMAROTTI, G. S.; CORREIA, M. A. R.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C. Nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e no crescimento de mudas de laranjeira valência, enxertadas sobre limoeiro cravo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.6, p. 1560-1568, 2009.

PRADO, R. de M.; ROZANE, E.; CAMAROTTI, G. S.; CORREIA, M. A. R.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C.; BEUTLER, A. N. Nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e na produção de mudas de laranjeira 'Valência', enxertada sobre citrumeleiro 'Swingle'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 812-817, 2008.

RAIJ, BERNARDO VAN. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute: Piracicaba, p. 139, 2011.

REZENDE, J. O., MAGALHÃES, A. F. J., SHIBATA, R. T., ROCHA, E. S., FERNANDES, J. C., BRANDÃO, F. J. C., REZENDE, V. J. R. P. **Citricultura dos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análise e sugestões**. Salvador – BA, SEAGRI/SPA (Série Estudos agrícolas; 3), 97p. 2002.

REZENDE, L. P., AMARAL, A. M., CARVALHO, S. A., SOUZA, M. Volume de substrato e superfosfato simples na formação do limoeiro 'Cravo' em vasos. I- Efeitos no crescimento vegetativo. **Revista Laranja**, Cordeirópolis – SP, v.16, p. 165-177, 1995.

RODRIGUEZ, O. A importância do potássio na citricultura. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILL, O.; USHERWOOD, N. R. (eds.) **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba – SP, Instituto da Potassa e Fosfato (EUA) & Instituto Internacional da Potassa (Suíça). POTAFÓS, p.507-513, 1982.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; NATALE W.; BEUTLER, A. N.; SILVA S. R.; BARBOSA J. C. Nitrogênio, fósforo e potássio afetando a nutrição e produção de porta-enxerto de limoeiro citrumelo 'Swingle'. **Revista Ceres**, p. 422-429, 2007.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; BEUTLER, A. N.; SILVA, S. R.; BARBOSA J. C. Efeito das doses de nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição de porta-enxerto de limoeiro cravo. **Acta Scientiarum**, v.31, n.2, p.255-260, 2009.

RUFTY, T. W.; MACKOWN, C. T.; VOLK, R. J. Alternation in nitrogen assimilation and partitioning in nitrogen stressed plants. **Physiology Plantarum**, Massachusetts, v.79, p.85-95, 1990.

RUSCHEL, J.; CARMELLO, Q. A. de C.; BERNARDI, A. C. de C.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JUNIOR, D. Concentrações foliares do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em função da adubação N, P, K, Ca e S. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 501-506, 2004.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; MORALES, C. F. G.; RADMANN, E. B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p.131-135, 2004.

SERRANO, L. A. L. **Sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta na formação do porta-enxerto cítrico (Citrus limonia Osbeck cv. Cravo)**. 2003. 97 f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, 2003.

SILVA, C. R. da; ALVES JÚNIOR, J.; SILVA, T. J. A. da; FOLEGATTI, M. V.; CAMPECHE, L. S. F. M. Variação sazonal na evapotranspiração de plantas jovens de lima ácida. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.1, p.26-35, 2006.

SILVA, J. U. B. **Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes principais no crescimento do limoeiro 'Cravo' (Citrus limonia Osbeck) em vasos, até a repicagem**. 1981. 100 f. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) Lavras – MG, Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, 1981.

SOUZA, M., GUIMARÃES, P. T. G., CARVALHO, J. G., FRAGOAS, J. C. Citros In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., ALVAREZ, V. V. H. (eds.) **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa – MG, CFSEMG, p.219-225, 1999.

SMITH, P. F., REUTHER, W. Citrus nutrition. In: Childers, N. F. (ed.) **Fruit nutrition: mineral nutrition of fruit crops**. Somerville, New Jersey, USA. Somerset Press. p.223-256, 1954.

SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.P. (Ed.) **Nutrition of fruit crops: tropical, subtropical, temperate tree and small fruits**. 3.ed. Somerville: Somerset Press, v.1, cap.7, p.174-207, 1966.

STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; SEMPIONATO, O. R. Performance of Tahiti lime on Poncirus trifoliata var. monstrosa Flying Dragon in four densities. **Fruits**, Paris, v. 58, n. 1, p. 13-17, 2003.

STUCHI, E. S.; MARTINS, A. B. G.; LEMO, R. R.; AVILÉS T. C. Fruit quality of 'Tahiti' lime (Citrus latifolia Tanak) grafted on twelve different rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 454-460, 2009.

VALE D. W. **Efeitos da aplicação de N, P e K no crescimento de porta-enxerto lima cravo e citrumelo**. 2007. 114 f. TCC - Trabalho apresentados a Faculdade de Ciências Agrárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal para graduação em Engenharia Agrônômica, 2007.

VALE, D. W.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; ALVES, A. U. Resposta nutricional do porta-enxerto de limoeiro 'Citrumelo' a aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio. **Journal Soil Science Plant nutrition**. v. 8, n. 4, p. 40-48, 2008.

VALE, D. W.; PRADO, R. M.; Adubação com N, P e K no crescimento inicial do porta-enxerto limoeiro cravo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife vol. 4, núm. 1, p. 35-41, 2009.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerina (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan. cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem**. 1996. 82 f. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia) Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 1996.

VITÓRIA, D. P. **Efeitos de doses de nitrogênio e potássio na produção de mudas de laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) sobre dois porta-enxertos**. 2002. 60 f. Dissertação Mestrado em Produção Vegetal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2002.

WITT, H. H. Root growth of trees as influenced by physical and chemical soil factors. **Acta Horticulture**, Leuven, n.450, p.205-214, 1997.

WUTSCHER, H. K.; SMITH, P. F. Citrus In: BENNEDETT, W. F. **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plant**. St. Paul: APS Press, p.165-167, 1997.