

JOSÉ CELESMÁRIO TAVARES

EFEITOS DO P, K, Ca, NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E NA
PRODUÇÃO INICIAL DA LARANJEIRA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck CV PERA RIO).

18/07/01 174/00/03/CS3

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Mestrado em Fitotécnica, para
obtenção do grau de Mestre.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1981



JOSÉ CELESMÁRIO TAVARES

**EFEITOS DO P, K, Ca, NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E NA
PRODUÇÃO INICIAL DA LARANJEIRA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck CV PERA RIO).**

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Mestrado em Fitotécnica, para
obtenção do grau de Mestre.

Jim
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS -

1

JOSE GELBARTARIO TAVARES

PRODUÇÃO INICIAL DA LARVA DE *Phaenocarpa* (L.) (Larva de *Phaenocarpa*)
EFFECTOS DO P. K. C. NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E NA

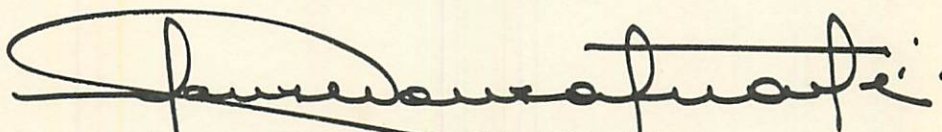
Foram apresentadas à Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais, as seguintes experiências de laboratório, com o intuito de se obterem dados sobre o crescimento da parte aérea e da raiz das plantas de *Phaenocarpa* (L.) (Larva de *Phaenocarpa*) em função da aplicação de gran de Nitrato.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

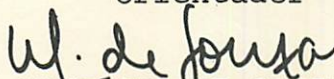
1001

EFEITOS DO P, K, Ca, NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E NA PRODUÇÃO
INICIAL DA LARANJEIRA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck CV. PERA RIO).

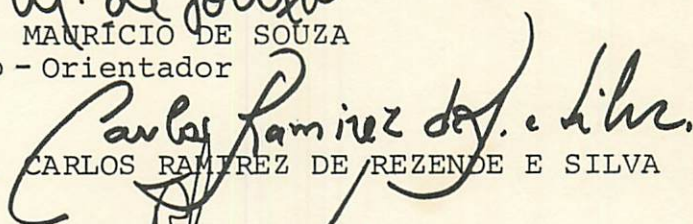
APROVADA :



PROF. CLAUZER DE SOUZA DUARTE
Orientador



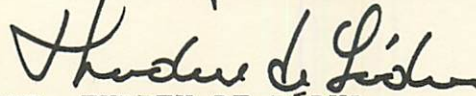
PROF. MAURÍCIO DE SOUZA
Co - Orientador



PROF. CARLOS RAMIREZ DE REZENDE E SILVA



PROF. JOÃO BATISTA SOARES DA SILVA



PROF. THADEU DE PÁDUA

Em homenagem a meus pais e sogros

Em homenagem a meus irmãos e cunhados

A esposa Senadete e, aos
nossos filhos Celesmário
e Vasconcelos Neto

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, por ter proporcionado condições para realização do curso de Mestrado em Fitotecnia;

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais, pela oportunidade concedida para realizar o curso;

Aos professores Clauzer de Souza Duarte e Maurício de Souza pelas dedicadas orientações;

À empresa Ipanema Agro-Indústria, na pessoa do seu superintendente de produção Eng^o Agrônomo Plínio Coelho Fleury, que possibilitou a condução do experimento em sua propriedade;

Aos professores Joaquim dos Santos Penoni e Gui Alvarenga, coordenadores do curso de Pós-Graduação, pela atenção e amizade;

Ao professor Paulo César Lima pela amizade e pelos esclarecimentos relacionados às análises estatísticas;

Aos professores Carlos Ramirez de R. e Silva, João Batista

Soares da Silva e Thadeu de Pádua pelas valiosas sugestões e correções;

A técnico agrícola Luciano Assis Rosa, da Empresa de Pesquisas Agropecuária de Minas Gerais, pela ajuda na condução e coleta dos resultados experimentais ;

Aos professores Maurício de Souza , William Joseph Wiltbank, Luiz Henrique de Aquino, Sarasvate Hostalácio, Nilton Nagib J.Chalfun, José Geraldo de Andrade, Paulo César Lima e Jander Pereira Freire pelos valiosos conhecimentos transmitidos ao ministrarem as aulas das disciplinas cursadas ;

Ao professor Josué Fernandes Pedrosa, pelo carinho com que me acolheu em Lavras;

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, nas pessoas dos Biblioteconomistas Dorval Botelho Santos e Narro Botelho Santos, pela amizade e pelos esclarecimentos relacionados às referências bibliográficas;

À Lavras pela acolhida e receptividade do seu povo;

Aos colegas pelo convívio saudável, e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização do curso de Mestrado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JOSÉ CELESMÁRIO TAVARES, filho de Celestino Bertulino da Costa e Maria Emilia Tavares, nasceu em Missão Velha - Ceará, no dia 7 de abril de 1952.

Cursou o primário e o ginasial no Colégio Santo Antonio , Barbalha - Ceará, e o colegial no Colégio Estadual Presidente Castelo Branco, em Fortaleza - Ceará. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Rio Grande do Norte, em 1976.

Contratado pela mesma Escola, realizou o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras , concluindo-o em 1981.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1.
2. REVISÃO DE LITERATURA	3.
2.1. Aspectos gerais	3.
2.2. Adubação das plantas cítricas; funções do P, K e Ca	5.
2.3. Efeito do P, K, Ca no crescimento da parte aérea	7.
2.4. Efeito do P, K, Ca na produção	10.
3. MATERIAL E MÉTODOS	13.
3.1. Material	14.
3.1.1. Planta	14.
3.1.2. Solo	14.
3.1.3. Adubos	15.
3.2. Métodos	15.
3.2.1. Delineamento experimental	15.
3.2.2. Condução do experimento	16.

3.2.3. Avaliações	17.
3.2.4. Análises estatística	21.
4. RESULTADOS	22.
4.1. Efeito do P,K, Ca no crescimento da parte aérea das laranjeiras	22.
4.1.1. Diâmetro do caule	22.
4.1.2. Diâmetro do porta-enxerto	24.
4.1.3. Diâmetro da copa	27.
4.1.4. Altura da planta	31.
4.2. Efeito do P, K, Ca na produção das laranjeiras ..	34.
4.2.1. Número médio, por planta, de frutos do "tem po", "temporões" e total do ano agrícola 1976/77	34.
4.2.2. Produção relativa, total do ano agrícola 1976/77, em número de frutos por m ² da área projetada no terreno pela copa da la- ranjeira	37.
5. DISCUSSÃO	39.
6. CONCLUSÕES	49.
7. RESUMO	51.
8. SUMMARY	53.
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55.

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características químicas do solo, analisadas em amostra de material superficial (0 a 20 cm de profundidade), no ano agrícola 1976/77	15
2	Quantidade P, K, Ca aplicadas por planta, no ano agrícola 1976/77	16
3	Quantidades totais de P, K, Ca recebidas por planta até cada idade de avaliação	18
4	Adubações complementares aplicadas por planta no ano agrícola 1976/77	19
5	Quadrados médios da variância, para o diâmetro do caule da laranjeira, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77	23
6	Diâmetros médios do caule da laranjeira, em cada nível de P, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77	24

Quadro

Página

7	Quadrados médios da variância, para o diâmetro do porta enxerto, medido aos 51 meses pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77	26
8	Quadrados médios da variância, para o diâmetro da copa da laranjeira, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77.....	28
9	Diâmetros médios da copa da laranjeira, em cada nível de P, nas diferentes idades de medição pós-plantio . Alfenas, MG, 1976/77	29
10	Quadrados médios da variância, para a altura da laranjeira, nas diferentes idades de medição pós-plantio . Alfenas, MG, 1976/77	31
11	Alturas médias da laranjeira, em cada nível de P, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG 1976/77	32
12	Quadrados médios da variância, para os dados de produção em número de frutos do "tempo", "temporões" e total do ano agrícola 1976/77. Alfenas, MG, 1976/77 ...	34
13	Produções médias, por planta, de frutos do "tempo" , "temporões" e total do ano agrícola 1976/77, em cada nível de P. Alfenas, MG, 1976/77	36
14	Quadrados médios da variância, para as produções relativas, em números de frutos por m ² da área projetada no terreno pela copa das laranjeiras. Alfenas, MG , 1976/77	38

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Representação das equações de regressão para o diâmetro do caule da laranjeira e, para o diâmetro do porta-enxerto (Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77	25
2	Representação das equações de regressão para o diâmetro da copa da laranjeira (Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77	30
3	Representação das equações de regressão para a altura da laranjeira (Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77	33
4	Representação das equações de regressão para a produção de frutos: do "tempo"; "temporões"; total do ano agrícola e para a produção relativa (Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77..	37

1. INTRODUÇÃO

Com a política dos incentivos fiscais concedidos à instalação de povoamentos florestais, incluindo pomares, houve notável expansão na citricultura brasileira.

Devido ao elevado preço das propriedades nos Estados tradicionalmente citrícolas, São Paulo e Rio de Janeiro, implantaram-se grandes pomares em novas regiões. No sul do Estado de Minas Gerais, onde a citricultura era praticamente inexistente, foram plantadas ao redor de 400 mil citrinas em cerca de 1500 ha, predominando solos anteriormente sob vegetação de cerrado.

Esses solos, de acordo com o SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (43), apresentam deficiências em P, Ca^{++} , Mg^{++} e, em grande parte dos casos, em K^+ , elevado nível de Al^{+++} e baixo pH. No entanto, são possuidores de boas características físicas e de um relevo que permite a mecanização das práticas agrícolas.

A carência desses nutrientes, que tem se constituído no problema principal desses solos, pode ser solucionada pelo uso ra-

cional de fertilizantes. Embora a literatura mundial sobre fertilização em citros seja numerosa, é praticamente inexistente para os referidos solos.

Segundo CHAPMAN (10), os estudos envolvendo a aplicação de P em citrinas raramente têm demonstrado seu efeito no crescimento e produção. Por outro lado, MALAVOLTA et alii (30) afirmam que em solos deficientes a adubação fosfatada é indispensável.

Com relação ao K, poucos foram os experimentos conduzidos que mostraram seu efeito no crescimento das plantas cítricas, sendo que, quando este ocorre, se verifica na produção e qualidade dos frutos, CHAPMAN (10).

Os resultados constatados nos trabalhos de pesquisa realizados demonstram claramente que o Ca é o elemento predominante nos órgãos vegetativos dos citros. Apesar deste fato, de acordo com MALAVOLTA et alii (30), muito pouco se sabe acerca do seu efeito direto sobre o desenvolvimento e frutificação dessas plantas.

Levando-se em consideração as condições de fertilidade dos solos sob vegetação de cerrado, já comentadas, espera-se, com a aplicação de P, K, Ca, respostas no crescimento e na produção das laranjeiras.

O objetivo experimental foi determinar os efeitos do P, K, Ca, aplicados em diferentes níveis, no crescimento da parte aérea e na produção inicial da laranjeira 'Pera Rio', cultivadas em Latossolo Vermelho Escuro, fase Cerrado. Os dados obtidos nos primeiros 33 meses pós-plantio foram apresentados por SOUZA (49).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Gerais

Segundo FERRI (18), os campos cerrados abrangem áreas correspondentes a 25% dos solos do Brasil. Embora sejam possuidores de um vasto potencial agrícola, têm sido muito pouco explorados.

Ao se referirem aos solos de cerrado, Ferri e Rawitscher et alii, citados por MCCLUNG et alii (31), afirmam que os mesmos apresentam, em muitos casos, reservas de água suficientes para garantir um considerável desenvolvimento agrícola. No que se refere ao potencial desses solos em elementos nutritivos, análises apresentadas por SETZER (44), MENDES (32) e pelo SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRO - NÔMICAS (43), indicam ser os mesmos geralmente muito pouco providos de nutrientes úteis às plantas, com baixos valores de pH.

Tais fatos demonstram a necessidade de realizarem-se estudos básicos de fertilização visando a obter-se maiores informações acerca dos efeitos dos diferentes minerais, possibilitando com isto uma

exploração racional.

Com relação ao P, SOUZA (48), afirma que esses solos apresentam condições muito particulares. São pobres neste nutriente e possuem alto poder de fixação sob formas não aproveitáveis pela planta quando combinado com o Al e com o Fe, ambos geralmente abundantes nos mesmos. Resultados obtidos por LOVADINI (28), o qual, ao aplicar P em Latossolo Vermelho Escuro orto, não obteve variação no seu teor, o que vem confirmar as afirmações acerca das condições particulares desses solos.

Por outro lado, aplicações de P na forma de superfosfatos, em Latossolo Vermelho Escuro, fase Cerrado, realizadas por SOUZA (49), evidenciaram um aumento nos teores de Ca^{++} + Mg^{++} , K^+ e pH e uma diminuição no teor de Al^{+++} , demonstrando um efeito marcante desse nutriente sobre suas características químicas.

Com referência ao K, SOUZA (49) constatou uma tendência de aumento no seu teor com a aplicação de diferentes níveis de cloreto de potássio.

Tal resposta, considerando-se o aspecto do conhecido antagonismo existente entre os cátions Ca, Mg e K, demonstra a necessidade de empregá-los de uma maneira racional a fim de evitarem-se careências de um deles para as plantas. O antagonismo existente entre esses cátions foi constatado no trabalho de FUDGE (19), que observou um decréscimo na absorção de K pelos citros, com o aumento de Ca e Mg no solo.

FAGUNDES, MENESES & KALCKMANN (17) concluíram que a acidez dos solos de cerrado parece ser um fator muito mais forte da sua

baixa fertilidade do que seu baixo teor de P e matéria orgânica. Para modificar-se a reação desses solos, que é geralmente ácida, como se pode observar nas análises realizadas por diversos autores (32 , 43, 44 e 49), aplica-se calcário e, neste caso, fornece-se o Ca como nutriente. No entanto , segundo SOUZA (48), tem-se verificado que a aplicação do calcário, como corretivo, na camada arável, não atende ao objetivo de alterar a reação do solo nos horizontes mais profundos do perfil, nem de fornecê-lo às raízes das plantas que aí se localizam.

2.2. Adubação das plantas cítricas; funções do P, K e Ca

De acordo com MALAVOLTA et alii (30), a citricultura tem passado por uma sequência de evoluções técnicas, o que provoca as causas determinantes do aumento constante da produção citrícola que se tem observado.

Dentro desta sequência de evoluções técnicas, a fertilização pode ser destacada em face do grande número de estudos realizados para verificar seu efeito no crescimento e produção dessas plantas.

Ao abordar aspectos relacionados com a adubação dos citros, SOUZA (48) afirma que, como todo vegetal, estas plantas carecem do nutriente absorvido do solo. Esses nutrientes e a água farão parte das reações vitais, como constituintes dos tecidos, ou simplesmente como colaboradores das reações.

O P, embora intervenha em proporções inferiores ao Ca, N, K e Mg, é essencial para as plantas, Anônimo citado por MALAVOLTA et alii (30). Segundo RIVERO (39), sua importância na fisiologia vegetal é extraordinária como elemento plástico e funcional imprescindível na formação, crescimento e multiplicação das plantas. SOUZA(48) afirma, por outro lado, que sua função está ligada à respiração, às transferências de energia nos processos vitais da planta, além de compor substâncias orgânicas como nucleoproteínas, fosfoproteínas, lecitinas e fitinas.

Com relação ao K, HUME (22) relata que o mesmo desempenha uma função ativa na formação do amido, dos açúcares, do fruto e das partes lenhosas da árvore. Para RIVERO (39), o K exerce uma grande influência na permeabilidade das membranas celulares e na hidratação dos tecidos, intervindo na economia hídrica da planta regulando sua absorção e perda pela transpiração.

Nos relatos existentes acerca da aplicação de Ca nas plantas cítricas, faz-se sentir que as mesmas se beneficiam deste nutriente assimilando-o diretamente e, ainda, por sua influência sobre o solo. Nas plantas, de acordo com RIVERO (39), uma das principais funções deste nutriente é a de atuar como agente cimentante para manter as células unidas, formando parte principalmente como pectato de cálcio na lamela média das paredes celulares.

2.3. Efeito do P, K, Ca no crescimento da parte aérea.

REUTHER et alii (38), ao estudarem a influência do P no crescimento dos citros, não constataram nenhum efeito positivo na laranjeira 'Abacaxi', sendo observado, por outro lado, um efeito negativo deste na laranjeira 'Valência'. ASO & DANTUR (6), ao aplicarem 0, 250, 500 e 1000 g de P_2O_5 por laranjeira 'Valência' adulta, não obtiveram efeitos significativos no crescimento da parte aérea. A falta de resposta direta da adubação fosfatada, também foi observada nos trabalhos de Chapman na Califórnia, Finch e McGeorge no Arizona e Friend no Texas, citados no trabalho de REUTHER et alii (38).

Esses resultados são apropriados às condições em que foram obtidos, pois de acordo com SMITH (45), quando o P é encontrado em quantidade acima do nível em que é considerado deficiente, não causa efeito direto no crescimento vegetativo das citrinas. Segundo ALDRICH & BUCHANAN (1), ocorre sintoma de deficiência em citros quando o teor de P_2O_5 no solo, determinado pelo método de Bingham, for menor que 0,3 ppm. Por outro lado, CHAPMAN & RAYNER (11) obtiveram sintomas de deficiência nestas plantas, em soluções nutritivas, usando 2,5 a 3,5 ppm de P, enquanto a mesma quantidade no solo foi suficiente para o seu desenvolvimento normal. De acordo com esses fatos consideram ser importante o contato solo-raiz na absorção de P pelos citros.

Forsee e Neller, citados por CHAPMAN (10) e por REUTHER et alii (38), constataram efeito do P no crescimento dos citros. Estu-

dos conduzidos em condições do Estado de São Paulo, por RODRIGUEZ, ROESSING & ABRAMIDES (42), com a laranjeira 'Valência', e por CRUZ, RODRIGUEZ & IGUE (13) com a 'Natal', também demonstraram tal efeito.

Ao verificar o efeito do P na laranjeira 'Pera Rio', conduzida em solos anteriormente sob vegetação de cerrado na região sul do Estado de Minas Gerais, SOUZA (49) constatou a ocorrência de respostas extraordinárias no crescimento da parte aérea. Estas respostas, considerando-se os aspectos de fertilidade desses solos, comentados anteriormente, vêm confirmar o conceito firmado por SMITH(45), para explicar a falta de respostas na maioria dos trabalhos realizados, em face da riqueza dos solos neste nutriente.

Quanto ao K, CHAPMAN (10) afirma que foram poucos os experimentos conduzidos que mostraram seu efeito no crescimento das plantas cítricas.

Segundo MALAVOLTA et alii (30), esta falta de respostas positivas na maioria dos experimentos conduzidos, deve-se ao fato de serem necessários diversos anos para baixar significativamente o teor desse nutriente nas plantas, pela omissão dos fertilizantes, mesmo em solos pobres. Por outro lado, Bryan, citado por RIVERO (39), afirma que os sintomas da deficiência de K raramente são observados no campo, devido à habilidade das raízes dos citros em obter o K das camadas mais profundas do solo e aos níveis críticos desse elemento ser relativamente baixos.

A despeito das afirmações desses autores, ARNOTT (4, 5) relata que a carência de K durante o crescimento dos citros se manifesta provocando seu retardamento e a ocorrência de brotações débeis.

Resultados concordantes foram obtidos nos trabalhos de ILLORET (24), REITZ & KOO (36) nos Estados Unidos, e por SOUZA (49), em condições de solo anteriormente sob vegetação de cerrado no Brasil.

Demonstrando uma inconsistência nos resultados do efeito do K no crescimento da parte aérea dos citros RODRIGUEZ et alii (42), apesar da pobreza do solo utilizado, não constataram nenhum efeito na altura da laranjeira 'Valência'. Trabalhos conduzidos em diversas regiões citrícolas, por diversos autores (13, 34, 37, 41, 42 e 49), não demonstraram efeito desse elemento no diâmetro do caule das plantas cítricas.

Segundo RIVERO (39), o Ca é um elemento fundamental dos citros, formando parte das folhas, frutos, ramos, troncos e raízes em proporções importantes, sendo o principal componente das cinzas de qualquer dessas partes.

Apesar desses fatos, de acordo com CARY (9) e SMITH (45), fatores correlacionados com o Ca, como a concentração no solo, o desequilíbrio de outras bases ou a indução das carências de micronutrientes dificultam a interpretação dos efeitos desse elemento no crescimento dos citros. No entanto, SMITH (46) afirma que laranjeiras novas podem ter crescimento rápido e vigoroso com teor de 1 a 2% de Ca nas folhas de 4 a 5 meses de idade. Entretanto, segundo o mesmo autor, árvores adultas mostraram um retardamento no crescimento com 1,5% de Ca na matéria seca das folhas, demonstrando tais resultados um efeito marcante desse elemento no crescimento dos citros.

IDA et alii (23), ao adicionarem Ca à solução nutritiva, obtiveram um incremento no crescimento da tangerina 'Satsuma'. Ao adicionar

Ca, SPENCER (51) também constatou efeito no crescimento do 'Grape - fruit', sendo a resposta atribuída à deficiência deste nutriente no solo utilizado.

2.4. Efeito do P, K, Ca na produção

Efeitos do P aumentando a produção dos citros foram constatados nos trabalhos de CHAPMAN & RAYNER (11), EMBLETON et alii (15) e REESE & KOO (34).

Apesar dessas respostas positivas, CHAPMAN (10) e REUTHER et alii (38) afirmam serem poucos os trabalhos realizados que evidenciam o efeito da adubação fosfatada na produção dos citros. Esta falta de respostas também tem sido observada em condições brasileiras, conforme os trabalhos de diversos autores (20, 33, 40 e 42). A exemplo do observado para o crescimento da parte aérea, a não ocorrência de respostas positivas, na maioria dos estudos, pode ser atribuída à riqueza dos solos utilizados nesse nutriente.

Os resultados positivos obtidos nos trabalhos de Andersen e Oberholzer, citados por REUTHER et alii (38), nas condições de solos deficientes em P, na região citrícola da África do Sul, aliados aos de SOUZA (49) e SOUZA & SIMÃO (50), em Latossolo Vermelho Escuro fase Cerrado, demonstram a eficiência das adubações fosfatadas quando empregadas em solos deficientes.

O efeito do K na produção de frutos cítricos foi relatado por REESE & KOO (34, 35), DU PLESSIS (14) e por CHAPMAN (10) citando vários autores : Bahrt e Roy; Levitt; Deszyck et alii e Chiu et alii.

JONES et alii (26) aplicaram K em limoeiros novos, cujas folhas apresentavam conteúdo baixo desse nutriente e obtiveram aumento na produção.

Trabalhos conduzidos por RODRIGUEZ et alii (42) e RODRIGUEZ (40) não demonstraram efeito isolado do K na produção da laranjeira 'Baianinha', influenciada ao mesmo tempo pelo espaçamento e porta-enxerto diferentes. HIPPE & SHULL (21), ao avaliarem a produção do grapefruit 'Vermelho', durante 6 anos, submetido à adubação com diferentes níveis de K, também não constataram nenhum efeito.

Com relação à influência do Ca na produção das plantas cítricas, CARY (9), a exemplo das explicações para o efeito deste nutriente no crescimento, considerou ser também indireto seu efeito. Segundo este autor, o mesmo faz-se sentir na reação do solo e consequentemente na pronta disponibilidade de P na zona das raízes das plantas, provocando o aumento da produção.

De acordo com CHAPMAN (10), quando o teor foliar de Ca for superior a 0,7% aplicações desse nutriente não causam efeito no aumento do número de frutos cítricos.

EMBLETON et alii (15), trabalhando com a laranjeira 'Valência', e SOUZA (49), com a 'Pera Rio', não obtiveram efeitos na produção ao aplicar calcário dolomítico e calcítico, respectivamente.

No entanto, SPENCER & KOO (52), ao avaliarem os sintomas de deficiência de Ca em 'Grapefruit', constataram uma diminuição na produção quando esse nutriente encontrava-se em nível deficiente. Neste mesmo estudo, ao avaliarem o efeito residual dos tratamentos

com a laranjeira 'Valência', os autores observaram um retardamento no início da produção, como consequência da deficiência de Ca. Estes dados experimentais comprovam a importância de novas pesquisas para compreender-se melhor os efeitos desse nutriente na produção das plantas cítricas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda "Vitória", propriedade da Ipanema Agro-Indústria S.A., localizada no município de Alfenas, Estado de Minas Gerais. Esse município acha-se a $21^{\circ}21'33''$ de latitude sul, a $45^{\circ}54'41''$ de longitude W.Gr., e a 843 m de altitude, IBGE (16).

O clima, de acordo com ALMEIDA et alii (3), conforme a classificação de Köppen, é subtropical Cwa, mesotérmico, com verão chuvoso e inverno seco. Apresenta uma temperatura média, nos meses mais quentes, superior a 22°C e, nos meses mais frios, inferior a 18°C . A precipitação anual está em torno de 1427 mm, sendo julho, com apenas 8 mm de chuva, o mês mais seco.

3.1. Material

3.1.1. Planta

Utilizaram-se laranjeiras 'Pera Rio', *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, clones velhos vacinados com vírus atenuado, enxertadas em limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), plantadas no espaçamento de 7,5 x 6,5 m.

Quando do início das avaliações, as laranjeiras encontravam-se com aproximadamente 39 meses de idade, pós-plantio, estando, portanto, em fase de produção, embora aquém do seu potencial, o qual só é atingido aos 6 anos de idade.

3.1.2. Solo

O solo utilizado, de acordo com a classificação do SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (43), é um Latossolo Vermelho Escuro, fase Cerrado, apresentando vegetação natural de baixa densidade, e uma declividade, voltada para o oeste, de 7%.

Após a realização das adubações empregadas por SOUZA (49), efetuou-se uma análise da amostra superficial do solo, constituída de subamostras tiradas no centro da faixa do terreno entre as duas linhas das laranjeiras. As características químicas, classificadas de acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (12), estão apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1 - Características químicas do solo, analisadas em amostra superficial (0 a 20 cm de profundidade), no ano agrícola 1976/77.

Al^{+++}	$Ca^{++} + Mg^{++}$	K^{+}	P	pH (1 : 2,5)
	mE/100 cm^3		ppm	água
0,10 b.	3,10 m.	0,08 m.	0,10 b.	6,00 ac.fr.

b., m. e ac.fr. indicam nível baixo, médio e acidez fraca

3.1.3. Adubos

Utilizou-se, como fontes de P, K e Ca, o diamônio fosfato contendo 45% de P_2O_5 e 17% de N, o cloreto de potássio com 60% de K_2O e o calcário calcítico, com 50% de CaO, respectivamente.

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4^3 , sem repetições, sendo a parcela constituída por duas plantas úteis.

As variáveis estudadas consistiram nos macronutrientes P, K, e Ca, cada um deles em quatro níveis. Os níveis 0, 1, 2 e 4 foram escolhidos tomando-se como base o nível 2, considerado como médio, o

qual correspondeu ao dobro do nível 1 e à metade do 4. Sistema semelhante foi empregado por CALVERT (8).

Nas adubações com P e K, o nível médio, (nível 2) correspondeu à recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (12), considerando-se o resultado da análise da amostra do solo superficial.

Para a realização das adubações com o Ca, o nível médio empregado foi escolhido com base na quantidade suficiente para neutralizar o efeito acidificante do sulfato, depositado pelo sulfato de amônia, de acordo com o utilizado por SOUZA (49).

3.2.2. Condução do experimento

As quantidades de P_2O_5 , K_2O e CaO aplicados no decorrer do ano agrícola 1976/77, para os diferentes níveis de P, K e Ca, acham-se apresentados no quadro 2.

QUADRO 2 - Quantidades de P, K, Ca aplicadas por planta, no ano agrícola 1976/77

Nível	Nutrientes (g)		
	P_2O_5	K_2O	CaO
0	0	0	0
1	65	60	200
2	130	120	400
4	260	240	800

Os fertilizantes foram distribuídos em cobertura na área de projeção da copa, e em seguida incorporados superficialmente. A aplicação de P e Ca foi realizada de uma só vez em 7/10/76 e 17/2/77, respectivamente. Por outro lado, a aplicação do K foi feita em duas etapas, nos dias 19/1/77 e 14/3/77.

Como no diamônio fosfato, utilizado como fonte de P_2O_5 , existia 17% de N, não sendo este elemento uma das variáveis do estudo, procedeu-se a uma correção mediante o emprego do sulfato de amônio, contendo o mesmo percentual de N. Nesta correção, as plantas submetidas aos níveis de P_0 , P_1 , P_2 , e P_4 receberam, respectivamente, as seguintes quantidades, expressas em gramas de sulfato de amônio : 260, 130, 65 e 0.

As quantidades de P_2O_5 , K_2O e CaO , aplicadas por planta, nos diferentes níveis, até cada idade de avaliação das características do crescimento da parte aérea, estão apresentadas no quadro 3.

Os tratamentos culturais, iguais para todas as plantas, foram os comumente dispensados às citrinas, ou seja, capinas, controle fitossanitário, desbrotas e adubações complementares. Essas adubações, realizadas com base nas empregadas anualmente nos pomares da Empresa, acham-se apresentadas no quadro 4.

3.2.3. Avaliações

Em julho de 1976, janeiro e julho de 1977, ou seja, aos 39, 45 e 51 meses pós-plantio, mediu-se o diâmetro do caule, 10 cm acima do ponto de enxertia, com o auxílio do paquímetro. Nessas mesmas

QUADRO 3 - Quantidades totais de P, K, Ca recebidas por planta até cada idade de avaliação.

Idades de Avaliação	P ₂ O ₅				K ₂ O				CaO			
	0	1	2	4	0	1	2	4	0	1	2	4
	(g)				(g)				(g)			
39 meses	0	140	280	560	0	80	160	320	0	397	795	1590
45 meses	0	205	410	820	0	110	220	440	0	597	1195	2390
51 meses	0	205	410	820	0	140	280	560	0	597	1195	2390

QUADRO 4 - Adubações complementares aplicadas por planta no ano agrícola 1976/77^{a/}

Adubo	Época de aplicação					
	ago	1976 nov	dez	jan	1977 fev	mar
Sulfato de amônia, em g/planta	250	-	300	-	300	-
Uréia, em %	-	0,8	-	0,8	-	0,8
Enxofre, em %	-	0,4	-	-	-	-
Ácido bórico, em %	-	0,1	-	-	-	0,1
Sulfato de manganês, em %	-	0,3	-	0,3	-	0,3
Sulfato de zinco, em %	-	-	-	-	-	0,5

^{a/} Apenas o sulfato de amônia foi aplicado em "cobertura"; os outros, por via foliar, a 200 cm³ da solução por planta.

datas, foram tomadas as medidas do diâmetro da copa e da altura da laranjeira utilizando-se a mira graduada.

Em julho de 1977, aos 51 meses pós-plantio, utilizando-se o mesmo paquímetro, foi medido o diâmetro do porta-enxerto a 5 cm abaixo do ponto de enxertia.

As avaliações das características do crescimento da parte aérea das laranjeiras, em todas as idades de medição, foram realizadas sempre seguindo o sentido transversal à linha das plantas.

Em março e setembro de 1977, 47 e 53 meses pós-plantio, realizou-se a contagem dos frutos. Os números obtidos na primeira data dizem respeito à produção normal e, os da segunda, a uma produção fora da época normal (frutos "temporões"). Pela soma das duas contagens, obteve-se a produção total para o ano agrícola 1976/77.

Partindo-se do diâmetro da copa da laranjeira, aos 51 meses pós-plantio, obteve-se uma projeção da área ocupada por esta, através da fórmula do círculo. O cálculo dessa área possibilitou estabelecer a relação de número de frutos produzidos no ano agrícola 1976/77, por metro quadrado da área projetada no solo pela copa da laranjeira.

3.2.4. Análises estatísticas

As análises de variância e regressão das características estudadas foram realizadas com base nos métodos usualmente empregados para o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial , com confundimento total da interação de mais alto grau.

Os dados relativos a frutos do "tempo", "temporões" e total do ano agrícola 1976/77, foram previamente transformados para $\sqrt{x}$.

4. RESULTADOS

Neste tópicó estão apresentados os resumos das análises de variância dos dados, as médias e as equações de regressão, para os casos em que ocorreram efeitos significativos dos tratamentos aplicados.

A apresentação por característica obedece à seguinte ordem: crescimento da parte aérea (diâmetro do caule, diâmetro do porta - enxerto, diâmetro da copa e altura da laranjeira); produção em número de frutos do "tempo", "temporões" e total do ano agrícola 1976 / 77; produção relativa, em número de frutos, por m² da área projetada no terreno pela copa das laranjeiras.

4.1. Efeito do P, K, Ca no crescimento da parte aérea das laranjeiras

4.1.1. Diâmetro do caule

Pelos resultados da análise de variância, apresentados no quadro 5, constatou-se, em todas as idades de medição, efeito signi

ficativo no diâmetro do caule apenas das adubações realizadas com diferentes níveis de P.

As comparações dos diâmetros médios do caule da laranjeira são mostradas no quadro 6. Excluindo-se a última idade de medição, 51 meses pós-plantio, quando o diâmetro médio do caule no nível P_1 não diferiu do valor encontrado para o P_0 , constatou-se que as laranjeiras adubadas com P apresentaram diâmetros maiores do que as não adubadas. Porém, não foram constatadas diferenças significativas entre as plantas submetidas aos níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação.

QUADRO 5 - Quadrados médios da variância, para o diâmetro do caule da laranjeira, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		39 meses	45 meses	51 meses
P	(3)	7,5594 **	6,2733 **	6,8439 **
L	1	16,5599 **	13,0477 **	15,4030 **
Q	1	6,1011 **	5,7625 **	5,0500 *
C	1	0,0178	0,0118	0,0785
K	3	0,5547	0,7769	0,4639
Ca	3	0,2140	0,0521	0,2192
P x K	9	0,2537	0,3286	0,4428
P x Ca	9	0,4293	0,2144	0,4174
K x Ca	9	0,3196	0,5522	0,3457
P x K x Ca	27	0,4693	0,4363	0,8540
CV em %	-	10,29	8,62	10,36

* e ** Indica efeito significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Pela análise de regressão, cujas equações encontram-se na figura 1, a aplicação de P mostrou efeito significativo para a regressão quadrática, em todas as idades de medição. Os coeficientes de determinação (r^2), encontrados foram de 0,99, e os pontos de máximo crescimento foram obtidos com 428,4 , 608,85 e 639,6 g dos totais de P_2O_5 empregados até aos 39, 45 e 51 meses pós-plantio, respectivamente.

QUADRO 6 - Diâmetros médios do caule da laranjeira, em cada nível de P, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77

Nível	Diâmetros médios em cm		
	39 meses*	45 meses*	51 meses*
P ₀	5,72 a	6, 75 a	8,05 a
P ₁	6,57 b	7,64 b	8,80 ab
P ₂	7,16 b	8,11 b	9,41 b
P ₄	7,18 b	8,11 b	9,44 b

* As médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.2. Diâmetro do porta-enxerto

Para o diâmetro do porta-enxerto, realizou-se apenas uma medição aos 51 meses de idade pós-plantio.

Constatou-se, coincidindo com o observado para o diâmetro do caule das laranjeiras, efeito significativo apenas para a aplicação

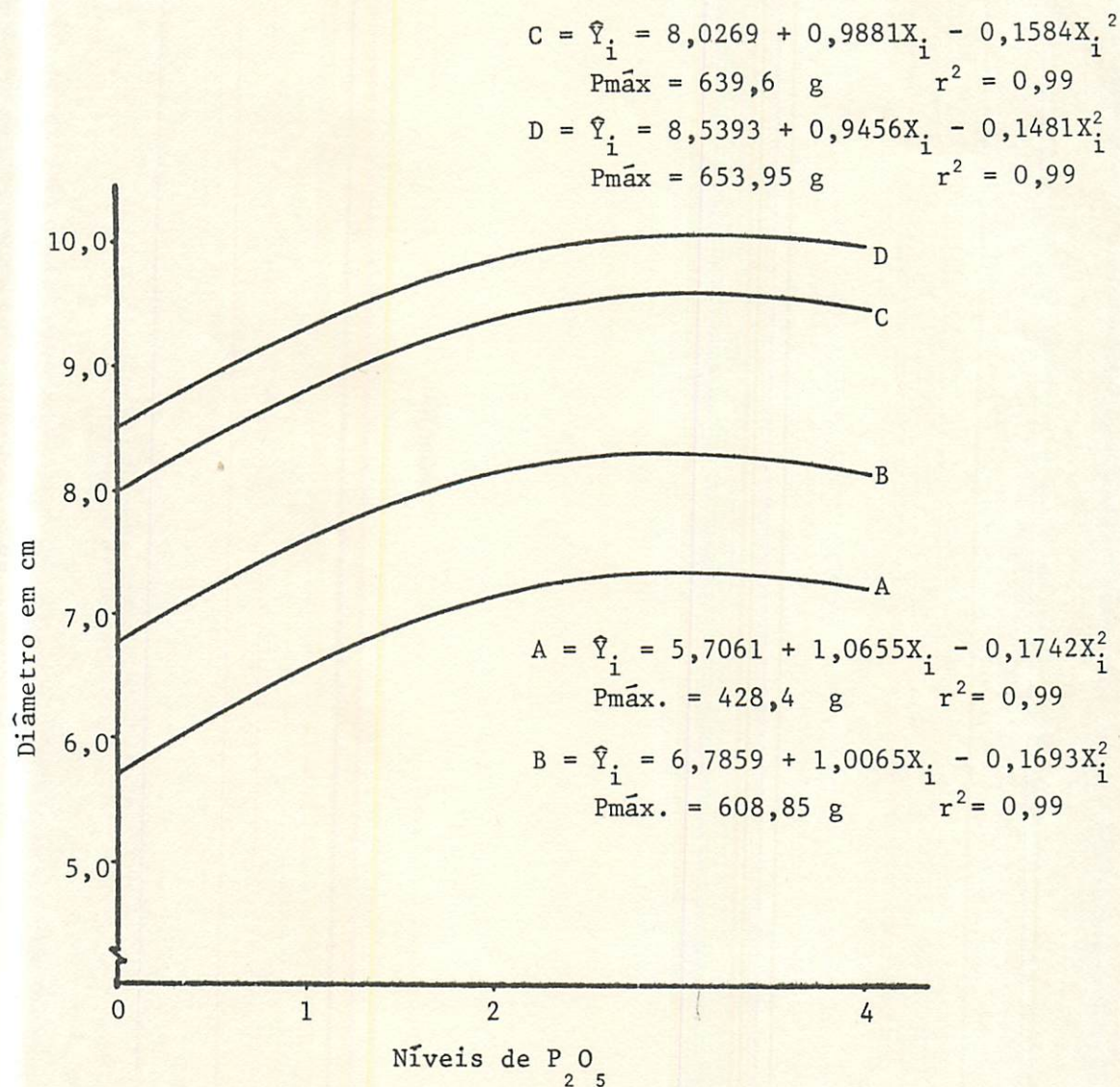


FIGURA 1. Representação das equações de regressão para o diâmetro do caule da laranjeira, e para o diâmetro do porta enxerto(Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77.

A, B e C = diâmetro do caule aos 39, 45 e 51 meses, respectivamente.

D = diâmetro do porta enxerto aos 51 meses.

do P em diferentes níveis, conforme o quadro 7.

QUADRO 7 - Quadrados médios de variância para o diâmetro do porta - enxerto, medido aos 51 meses pós-plantio. Alfenas, MG , 1976/77.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios
P	(3)	6,6240 **
L	1	15,4192 **
Q	1	4,4160 *
C	1	0,0368
K	3	0,7983
Ca	3	0,1341
P x K	9	0,5941
P x Ca	9	0,4239
K x Ca	9	0,4319
P x K x Ca	27	0,6785
CV em %	-	8,75

* e ** Indica efeito significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os diâmetros médios do porta-enxerto, expressos em cm, obtidos para os níveis P_0 , P_1 , P_2 e P_4 foram: 8,55; 9,30; 9,87 e 9,95 , respectivamente. Ao comparar-se estes diâmetros médios, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, cuja DMS apresentou um valor de 0,80, constatou-se que as plantas submetidas aos níveis P_2 e P_4 , apresentaram diferenças significativas quando comparados com os que

não receberam adubação. Observou-se também, não ter ocorrido diferenças significativas entre os diâmetros dos porta-enxertos submetidos aos níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação.

A associação dos diferentes níveis de P, com o aumento do diâmetro do porta-enxerto foi positiva, e expressa pela equação de regressão apresentada na figura 1. O coeficiente de determinação foi 0,99 e o ponto de máximo correspondeu a 647,8 g de P_2O_5 , do total aplicado até os 51 meses pós-plantio.

4.1.3. Diâmetro da copa

Observou-se, a exemplo das características anteriormente apresentadas, não terem ocorrido efeitos significativos para os níveis de K e Ca aplicados, bem como para suas interações. Por outro lado, a aplicação de P promoveu o aumento do diâmetro da copa das laranjeiras, de acordo com o apresentado no quadro 8.

QUADRO 8 - Quadrados médios da variância para o diâmetro da copa da laranjeira, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		39 meses	45 meses	51 meses
P	(3)	0,3368 **	0,3065 **	0,7541 **
L	1	0,8900 **	0,6102 **	1,7701 **
Q	1	0,1192 *	0,2608	0,4918 **
C	1	0,0013	0,0484	0,0001
K	3	0,0357	0,0191	0,0157
Ca	3	0,0224	0,0111	0,0120
P x K	9	0,0223	0,0247	0,0536
P x Ca	9	0,0268	0,0351	0,0259
K x Ca	9	0,0318	0,0253	0,0367
P x K x Ca	27	0,0275	0,0663	0,0630
CV em %	-	10,36	14,30	10,10

* e ** Indica efeito significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

As comparações dos diâmetros médios da copa das laranjeiras, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, encontram-se no quadro 9. Aos 39 e 45 meses de idade pós-plantio, os diâmetros das plantas que não receberam P na adubação diferiram significativamente das adubadas com os níveis P_2 e P_4 . Por outro lado, ao comparar-se os

diâmetros das laranjeiras submetidas aos níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação, com exceção da primeira idade de medição, 39 meses pós-plantio, quando o obtido no nível P_4 superou o do nível P_1 , constatou-se não ter ocorrido diferenças significativas entre as plantas que receberam os diferentes níveis de adubação fosfatada.

QUADRO 9 - Diâmetros médios da copa da laranjeira, em cada nível de P, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77.

Nível	Diâmetros médios em m		
	39 meses *	45 meses *	51 meses *
P_0	1,41 a	1,60 a	2,20 a
P_1	1,57 ab	1,83 ab	2,45 b
P_2	1,67 bc	1,87 b	2,61 b
P_4	1,74 c	1,90 b	2,68 b

* As médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de regressão mostrou um efeito quadrático positivo, aos 39 e 51 meses pós-plantio, sendo que os valores de máximo corresponderam a 518 e 701,1 g de P_2O_5 , com coeficientes de determinação de 0,99. Aos 45 meses, constatou-se uma resposta linear, também positiva, no crescimento do diâmetro da copa em função da aplicação dos diferentes níveis de P, com coeficiente de determinação de 0,66, como

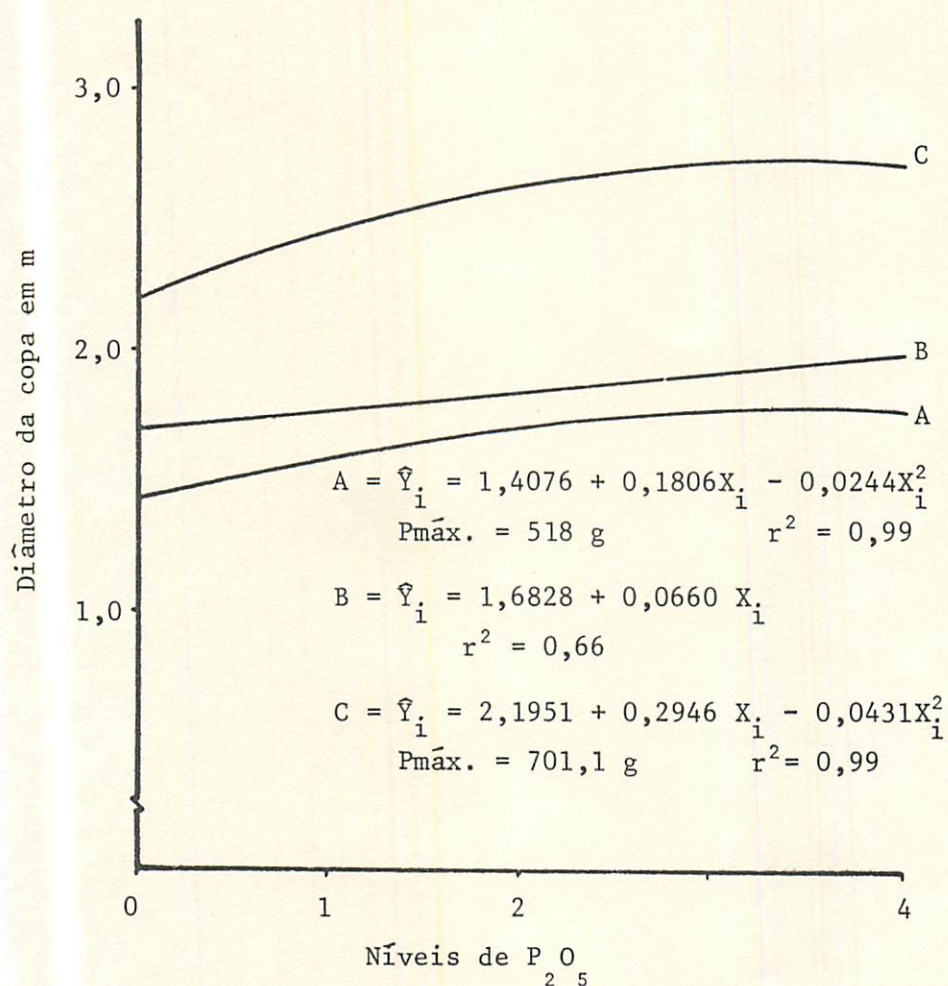


FIGURA 2 - Representação das equações de regressão para o diâmetro da copa da laranjeira (Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77.

A = 39 meses; B = 45 meses; C = 51 meses

se pode observar na figura 2.

4.1.4. Altura da planta

Como se pode observar no quadro 10, também neste parâmetro ocorreu em todas as idades de medição efeito significativo apenas para as aplicações de P, nos diferentes níveis.

QUADRO 10 - Quadrados médios da variância para a altura da laranjeira, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		39 meses	45 meses	51 meses
P	(3)	0,5571 **	0,4114 **	0,2912 **
L	1	0,9891 **	0,7289 **	0,5605 **
Q	1	0,6723 **	0,4720 **	0,2873 *
C	1	0,0099	0,0336	0,0257
K	3	0,0162	0,0228	0,0094
Ca	3	0,0144	0,0217	0,0243
P x K	9	0,0366	0,0578	0,0485
P x Ca	9	0,0534	0,0407	0,0416
K x Ca	9	0,0241	0,0148	0,0266
P x K x Ca	27	0,0319	0,0342	0,4774
CV em %	-	8,50	8,08	8,43

* e ** Indica efeito significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Comparando-se as alturas médias, quadro 11, constatou-se que aos 39 e 45 meses de idade pós-plantio, as laranjeiras submetidas aos diferentes níveis de adubação com P, apresentaram diferenças significativas daquelas não adubadas. Aos 51 meses, observou-se que os níveis P_2 e P_4 de adubação diferiram significativamente do nível P_0 , o qual não apresentou diferença significativa do nível P_1 de adubação.

Pela análise de regressão, cujas equações acham-se apresentadas na figura 3, constatou-se a ocorrência de respostas quadráticas positivas, da altura da laranjeira a adubação com P. Os coeficientes de determinação foram superiores a 0,97 e os pontos de máximo crescimento aos 39, 45 e 51 meses pós-plantio foram atingidos, respectivamente, com 392, 578,1 e 596,55 g dos totais de P_2O_5 , aplicados até cada idade de avaliação.

QUADRO 11 - Alturas médias das laranjeiras, em cada nível de P, nas diferentes idades de medição pós-plantio. Alfenas, MG, 1976/77

Nível	Alturas médias em m		
	39 meses*	45 meses*	51 meses*
P_0	1,83 a	2,05 a	2,41 a
P_1	2,12 b	2,33 b	2,55 ab
P_2	2,24 b	2,39 b	2,71 b
P_4	2,21 b	2,39 b	2,67 b

* As médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

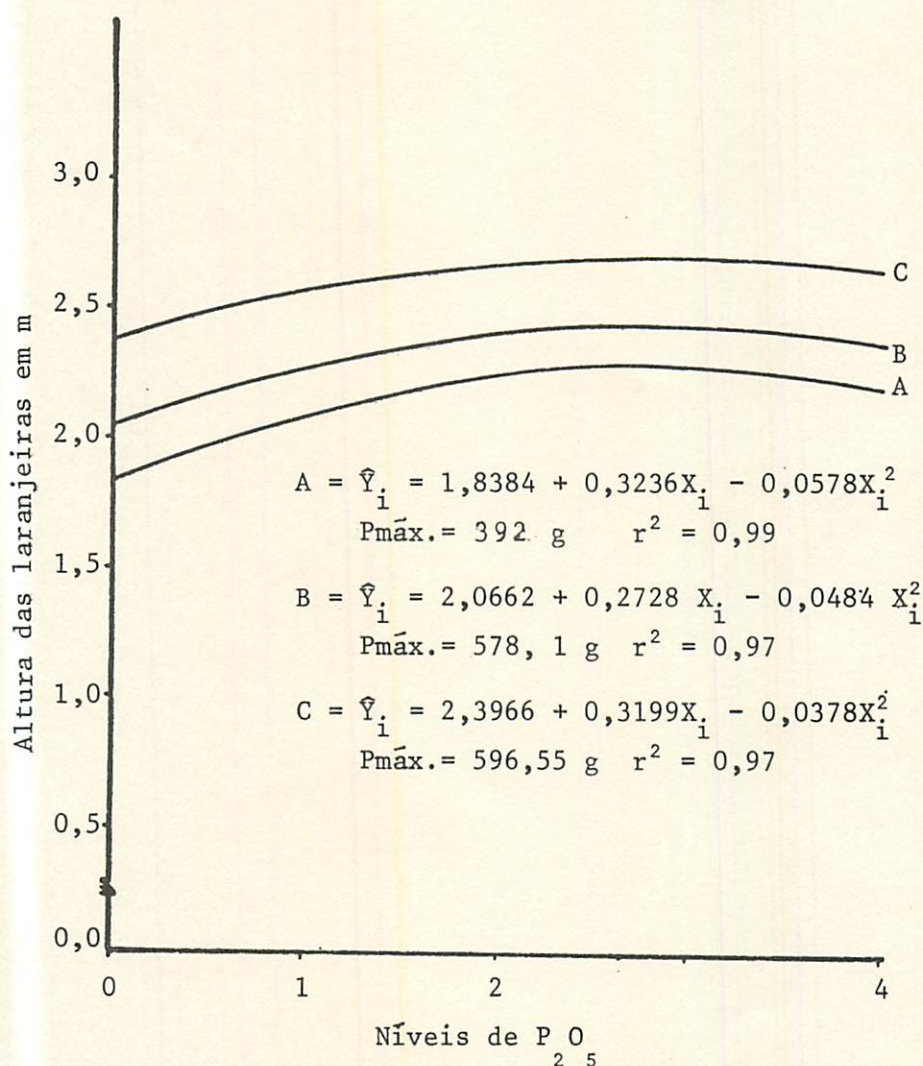


FIGURA 3 - Representação das equações de regressão para a altura da laranjeira (Y), sob a influência dos níveis de P (X) . Alfenas, MG, 1976/77.

A = 39 meses ; B = 45 meses ; C = 51 meses

4.2. Efeito do P, K, Ca na produção das laranjeiras

4.2.1. Número de frutos do "tempo", "temporões" e total do ano agrícola 1976/77

Como se observou para as características do crescimento da parte aérea das laranjeiras, ocorreu efeito significativo apenas para as aplicações de P, nos diferentes níveis, quadro 12.

QUADRO 12 - Quadrados médios da variância, para os dados de produção em número de frutos do "tempo", "temporões" e total do ano-agrícola 1976/77. Alfenas, MG, 1976/77

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		Frutos do "tempo"	Frutos "temporões"	Produção total
P	(3)	52,1149 **	26,3661 **	74,0997 **
L	1	104,5025 **	73,7842 **	170,3111 **
Q	1	38,7934 **	5,1475	41,7778 **
C	1	13,0465	0,1683	10,2098
K	3	3,6822	3,1248	2,9173
Ca	3	0,7984	3,7675	2,8283
P x K	9	1,8023	3,6957	3,6269
P x Ca	9	2,5961	2,4315	1,4370
K x Ca	9	0,6283	1,3683	0,7390
P x K x Ca	27	3,5611	2,9830	4,3047
CV em %	-	15,92	27,56	15,37

** Indica efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade

Comparando-se as produções médias obtidas para frutos do "tempo", bem como as produções médias totais do ano agrícola 1976 / 77, nos diferentes níveis de adubação com P, quadro 13, ficou evidenciado que as plantas adubadas superaram as não adubadas. Por outro lado, não ocorreram diferenças significativas entre as produções das laranjeiras que receberam os níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação. Com referência a produção de frutos "temporões", constatou-se que o nível P_4 , embora não tenha apresentado diferença significativa do nível P_2 , propiciou as melhores respostas.

Para os dados de produção de frutos do "tempo" e total do ano agrícola 1976/77, obtiveram-se respostas quadráticas positivas. O coeficiente de determinação apresentou um valor médio de 0,94, e os pontos de máxima produção foram obtidos com 625,25 e 672,4 g de $P_2 O_5$, para frutos do "tempo" e total do ano agrícola, respectivamente.

A produção de frutos "temporões", mostrou uma resposta linear positiva à aplicação dos diferentes níveis de P, com um coeficiente de determinação de 0,93, figura 4.

QUADRO 13 - Produções médias, por planta, de frutos do "tempo", "temporões" e total do ano-agrícola 1976/77, em cada nível de P. Alfenas, MG, 1976/77.

Nível	Produções médias por planta, em nº de frutos		
	Do "tempo"*	"temporões"*	Total do ano agrícola*
P ₀	84 a	22 a	106 a
P ₁	154 b	36 ab	190 b
P ₂	158 b	46 bc	204 b
P ₄	176 b	59 c	235 b

* As médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2. Produção relativa, total do ano agrícola 1976/77, em número de frutos por m² da área projetada no terreno pela copa da laranjeira

Ao analisarem-se os dados de produção, em número de frutos por m² da área projetada no terreno pela copa das plantas, verificou-se ter ocorrido efeito significativo somente para a aplicação da adubação fosfatada nos seus diferentes níveis, quadro 14.

Comparando-se essas produções, cujas médias foram de 29,89; 41,25; 39,77 e 42,42 para os níveis P₀, P₁, P₂ e P₄ respectivamente, com uma DMS de 11,79, teste de Tukey ao nível de 5%, ocorreram diferenças entre as plantas que receberam o nível P₄ e as que deixaram

QUADRO 13 - Produções médias, por planta, de frutos do "tempo", "temperões" e total do ano-agrícola 1976/77, em cada nível de P. Alfenas, MG, 1976/77.

Nível	Produções médias por planta, em nº de frutos		
	Do "tempo"*	"temporões"*	Total do ano agrícola*
P ₀	84 a	22 a	106 a
P ₁	154 b	36 ab	190 b
P ₂	158 b	46 bc	204 b
P ₄	176 b	59 c	235 b

* As médias com a mesma letra não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.2.2. Produção relativa, total do ano agrícola 1976/77, em número de frutos por m² da área projetada no terreno pela copa da laranjeira

Ao analisarem-se os dados de produção, em número de frutos por m² da área projetada no terreno pela copa das plantas, verificou-se ter ocorrido efeito significativo somente para a aplicação da adubação fosfatada nos seus diferentes níveis, quadro 14.

Comparando-se essas produções, cujas médias foram de 29,89; 41,25; 39,77 e 42,42 para os níveis P₀, P₁, P₂ e P₄ respectivamente, com uma DMS de 11,79, teste de Tukey ao nível de 5%, ocorreram diferenças entre as plantas que receberam o nível P₄ e as que deixaram

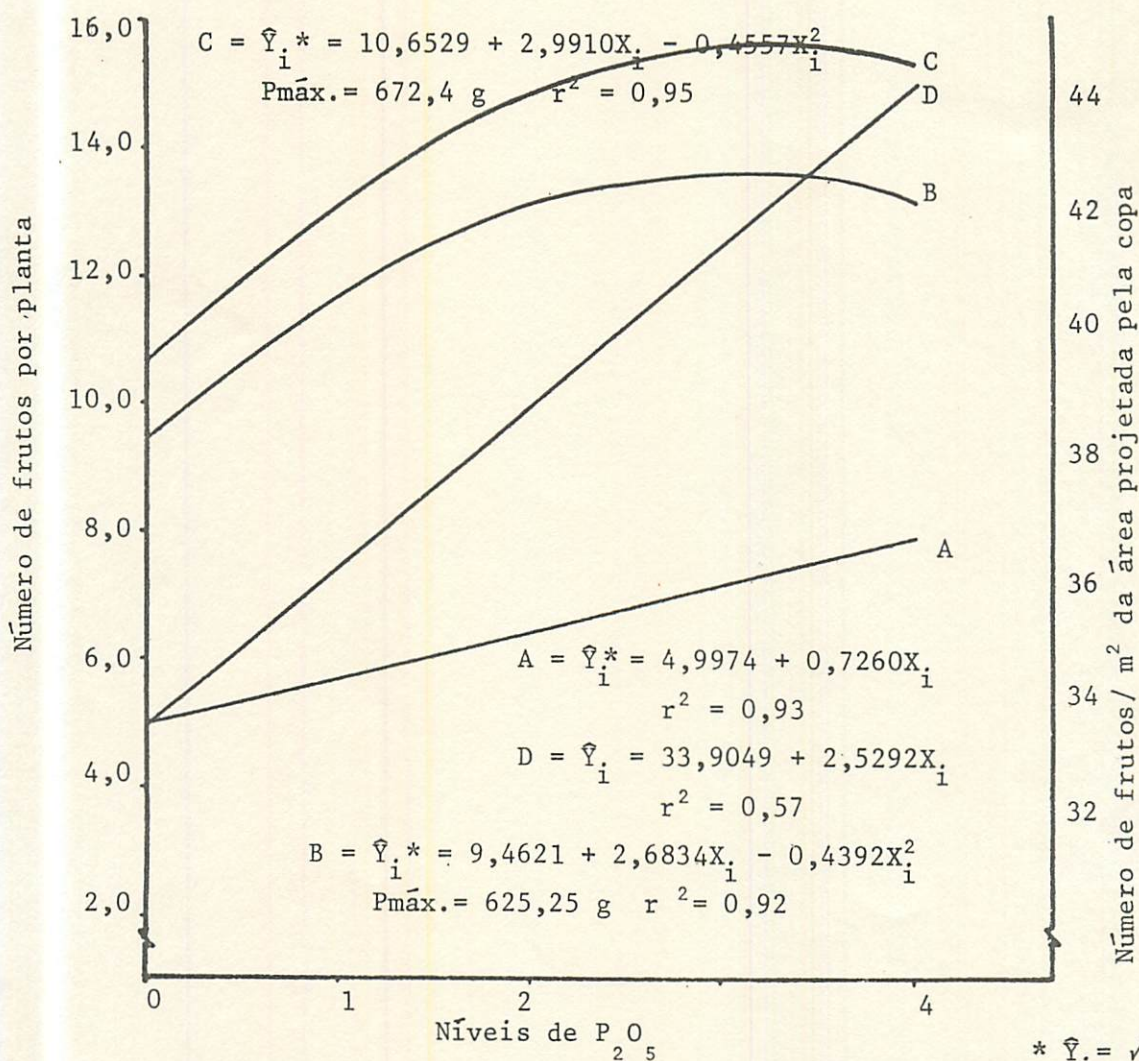


FIGURA 4 - Representação das equações de regressão para a produção de frutos: do "tempo"; "temporões"; total do ano agrícola e para a produção relativa (Y), sob a influência dos níveis de P (X). Alfenas, MG, 1976/77.

A, B e C = Produção de frutos "temporões", do "tempo" e total, respectivamente.

D = Produção em nº de frutos/m² da área projetada no terreno pela copa.

de receber a adubação fosfatada. No entanto, não foram constatadas diferenças significativas entre as submetidas aos níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação.

A associação do efeito dos diferentes níveis de P, com o aumento da produção relativa em números de frutos por m^2 da área projetada no terreno pela copa das plantas, mostrou uma resposta linear positiva, sendo a equação de regressão apresentada na figura 4, o coeficiente de determinação foi de 0,57.

QUADRO 14 - Quadrados médios de variância para os dados de produção relativa, em números de frutos por m^2 da área projetada no terreno pela copa das laranjeiras. Alfenas, MG, 1976 /77.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios
P	(3)	525,2047 *
L	1	895,6096 *
Q	1	396,7216
C	1	283,2928
K	3	89,2547
Ca	3	86,4590
P x K	9	89,4681
P x Ca	9	70,9561
K x Ca	9	44,8958
P x K x Ca	27	148,0997
CV em %	-	31,75

* Indica efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade.

5. DISCUSSÃO

A maioria dos experimentos no campo da adubação em citros foram realizados na Califórnia e na Flórida, nos Estados Unidos da América do Norte. Nesses estudos, segundo SMITH (45), raramente foram constatados efeitos da aplicação de P.

Além das diferenças observadas nas características do clima, deve-se considerar que os solos dessas regiões, ao contrário do utilizado neste estudo, raramente apresentam problemas relacionados com a deficiência do elemento em questão. Portanto, a maior parte das inferências que tratam do efeito de adubações fosfatadas em citros, foram obtidas em solos de fertilidade diferente do Latossolo Vermelho Escuro, fase Cerrado.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, ao comparar-se os resultados obtidos com os encontrados na bibliografia, diz respeito a variedade estudada. De acordo com SOUZA (49), as variedades de citros respondem diferentemente à fertilização, já que as plantas não têm as mesmas exigências nutricionais.

Pelos resultados obtidos no presente estudo, constatou-se , concordando com os encontrados por SOUZA (49), um incremento nos valores para cada uma das características de crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio', em resposta à aplicação dos diferentes níveis de P, em todas as idades de medição.

Vale salientar que na maioria dos trabalhos já realizados, os autores têm utilizado apenas o diâmetro do caule para exprimir o efeito das adubações no crescimento das plantas cítricas. Com isto, torna-se impossível estabelecer-se comparações entre os valores obtidos e os referidos bibliograficamente. No entanto, ao se fazer uma análise comparativa com o que foi obtido por SOUZA (49), até aos 33 meses de idade pós-plantio, janeiro de 1976, pode-se observar que as laranjeiras adubadas com P sofreram um incremento percentual médio no seu crescimento, da ordem de 57%, no decorrer desta fase experimental.

SMITH (45), em acordo com os resultados de CHAPMAN & RAYNER (11), ALDRICH & BUCHANAN (1) e Forsee e Neller, citados por CHAPMAN (10), observaram que, quando o P é encontrado no solo ou na solução nutritiva, acima do nível em que é considerado deficiente, sua aplicação não causa efeito no crescimento da parte aérea dos citros.

Como ocorre na maioria dos nossos solos, sob vegetação de cerrado, a exemplo do utilizado neste estudo, o teor de P normalmente é baixo. Conforme se pode observar no quadro 1, o teor desse elemento na amostra superficial do solo foi de 0,1 ppm, sendo inferior ao limite de 0,3 ppm, abaixo do qual ocorre carência, fixado por CHAPMAN & RAYNER (11). Desta maneira, o efeito positivo da

aplicação de P, nas características de crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio', foi constatado devido a carência deste elemento no solo. Tal resposta evidencia o fato, já comentado, da inexistência do efeito de P no crescimento dos citros em muitos experimentos realizados em regiões que apresentam solos com suprimento adequado deste nutriente.

Ao abordarem aspectos relacionados com a fertilização dos citros, BATCHELOR (7) e MALAVOLTA et alii (30), afirmam que as plantas cítricas necessitam de pequenas quantidades de P para o seu desenvolvimento. Tal afirmativa é evidenciada pelo trabalho de Anônimo, citado por MALAVOLTA et alii (30), que ao analisar os teores de alguns elementos, nas partes vegetativas dos citros, constatou que em média o conteúdo de P é inferior ao do Ca, N e K em: 10,5; 6,5 e 3 vezes, respectivamente.

Esta pequena quantidade de P requerida pelos citros pode ser utilizada como subsídio para explicar a não ocorrência de diferenças significativas, observada de uma maneira geral, entre os níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação, embora o nível mais elevado se tenha constituído no dobro do anterior.

Ao estabelecerem-se as equações de regressão, foram verificadas respostas quadráticas positivas nas características do crescimento da laranjeira, com exceção do diâmetro da copa aos 45 meses pós-plantio, em função da aplicação dos diferentes níveis de P. Tais respostas sugerem um excesso deste elemento como suprimento às laranjeiras, promovido pelo nível P_4 . Faz-se tal suposição com base nas quantidades de P, que foram requeridas para que fossem atingidos os pon-

tos de máximo crescimento, as quais foram sempre inferiores às empregadas no nível mais elevado. Este excesso, segundo MALAVOLTA (29), embora não apresente sintomas diretamente reconhecidos, pode promover deficiências de Cu, Fe, Mn e Zn e de N, conforme SOUZA (49), o que vem reforçar a suposição feita para explicar tais respostas.

A resposta linear positiva verificada apenas para o diâmetro da copa aos 45 meses pós-plantio, janeiro de 1977, sugere uma maior absorção de P como consequência lógica da ocorrência de fluxos de crescimento, que aparecem com maior intensidade exatamente nesse período, no caso da região onde se encontra implantado o pomar. A este respeito, SMITH & REUTHER (47) afirmam que a necessidade de P é particularmente intensa por ocasião do florescimento e formação de novos ramos. Por outro lado, Roy e Gardner, citados por MALAVOLTA et alii (30), dizem que a absorção do P é bastante reduzida nos meses de inverno. Tais afirmativas vêm reforçar os resultados encontrados neste estudo, uma vez que as outras épocas de medição coincidiram com o mês de julho, quando normalmente ocorrem as temperaturas e precipitações mais baixas na região sul do Estado de Minas Gerais.

Um outro aspecto que deve ser levado em consideração para justificar esta resposta linear ocorrida no diâmetro da copa, em função da adubação fosfatada, é o ligado ao valor do coeficiente de determinação (r^2), que foi 66%. Este valor exprime um maior efeito do acaso quando comparado com o que foi obtido para as outras idades de medição do diâmetro da copa e características de crescimento, onde os r^2 apresentaram valores sempre superiores a 97%. Dentre os

tos de máximo crescimento, as quais foram sempre inferiores às empregadas no nível mais elevado. Este excesso, segundo MALAVOLTA (29), embora não apresente sintomas diretamente reconhecidos, pode promover deficiências de Cu, Fe, Mn e Zn e de N, conforme SOUZA (49), o que vem reforçar a suposição feita para explicar tais respostas.

A resposta linear positiva verificada apenas para o diâmetro da copa aos 45 meses pós-plantio, janeiro de 1977, sugere uma maior absorção de P como consequência lógica da ocorrência de fluxos de crescimento, que aparecem com maior intensidade exatamente nesse período, no caso da região onde se encontra implantado o pomar. A este respeito, SMITH & REUTHER (47) afirmam que a necessidade de P é particularmente intensa por ocasião do florescimento e formação de novos ramos. Por outro lado, Roy e Gardner, citados por MALAVOLTA et alii (30), dizem que a absorção do P é bastante reduzida nos meses de inverno. Tais afirmativas vêm reforçar os resultados encontrados neste estudo, uma vez que as outras épocas de medição coincidiram com o mês de julho, quando normalmente ocorrem as temperaturas e precipitações mais baixas na região sul do Estado de Minas Gerais.

Um outro aspecto que deve ser levado em consideração para justificar esta resposta linear ocorrida no diâmetro da copa, em função da adubação fosfatada, é o ligado ao valor do coeficiente de determinação (r^2), que foi 66%. Este valor exprime um maior efeito do acaso quando comparado com o que foi obtido para as outras idades de medição do diâmetro da copa e características de crescimento, onde os r^2 apresentaram valores sempre superiores a 97%. Dentre os

fatores do acaso, além dos aspectos climáticos já comentados, pode-se relacionar esta resposta linear com o fato de que, nessa época do ano, as laranjeiras encontravam-se com frutos em início de formação. Estes frutos, com o seu pequeno peso físico, não forçam os ramos no sentido interior da copa, mantendo assim o seu diâmetro normal.

Com relação ao K, poucos foram os experimentos conduzidos que mostraram seu efeito direto no crescimento da parte aérea das citrinas. De acordo com MALAVOLTA et alii (30), são necessários diversos anos para baixar significativamente o teor desse elemento nas plantas, pela sua omissão dos fertilizantes, mesmo em solos muito pobres; daí a falta de respostas positivas na maioria dos experimentos já conduzidos.

Chapman et alii, citados por MALAVOLTA et alii (30), cultivando laranjeiras 'Valência', durante 6 anos, em soluções nutritivas com diferentes concentrações de K, mostraram não haver uma diferença marcante entre os níveis desse nutriente na planta que indicam deficiência e nutrição adequada.

Coincidindo com os resultados obtidos neste estudo, REUTHER & SMITH (37) não constatarem efeito positivo no diâmetro do caule das plantas em resposta à aplicação de K. Resultados semelhantes foram obtidos nas condições de São Paulo, por RODRIGUES et alii (42) e CRUZ et alii (13). Observou-se, por outro lado, no estudo de CRUZ et alii (13), efeito negativo desse elemento, especialmente quando utilizado em doses elevadas.

Não se verificou efeito do K no diâmetro da copa e na altura da laranjeira, o que não conferiu com os resultados obtidos, com plantas em estágio de desenvolvimento diferente, por SOUZA (49) e REITZ & KOO (36); nem com as considerações feitas por ARNOTT (4, 5), segundo as quais o K atua no vigor das brotações.

Os resultados contrários são observados inicialmente neste estudo, SOUZA (49), e de acordo com os obtidos por REESE & KOO (35), provavelmente podem ser atribuídos a dois fatores básicos: o primeiro deles diz respeito ao estágio de desenvolvimento, uma vez que as plantas, nessa segunda fase do experimento, já se encontravam em produção, embora aquém do seu potencial.

O segundo aspecto implicado nas comparações entre os resultados relatados e os presentemente alcançados, é o relacionado com o teor de K existente no solo. No início do experimento SOUZA (49), o nível desse elemento foi classificado como baixo, ao contrário do observado no decorrer dessa segunda fase, teor médio, de acordo com o apresentado no quadro 1.

Não se constatou efeito direto do Ca no crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio'. Resultados semelhantes foram obtidos por SOUZA (49), para a mesma variedade e local, e por JONES & PARKER (25), ao trabalharem com a laranjeira 'Valência' nos Estados Unidos da América.

De acordo com SMITH (45) e CARY (9), existem certos fatores ligados ao Ca, como a concentração hidrogeniônica no solo, desequilíbrio de outras bases, indução e carência de micronutrientes, que

podem impedir a expressão do seu efeito. É provável que tais fatos possam ser aplicados aos resultados obtidos no presente experimento.

Segundo MALAVOLTA et alii (30), o Ca é normalmente encontrado nos solos, em quantidade suficiente para atender às exigências das culturas, e, por outro lado, muitos fertilizantes contêm quantidades elevadas deste nutriente em forma disponível. Considerando-se que o teor de Ca + Mg no solo, foi classificado como médio, quadro 1, torna-se evidente que a não ocorrência de respostas nas características do crescimento da parte aérea deveu-se sua existência no solo em quantidades suficientes para o suprimento das plantas.

Vale salientar que na fase de implantação, como ocorre na maioria dos solos sob vegetações de cerrado, o nível de Ca foi classificado como baixo, mas mesmo assim não foi evidenciada nenhuma resposta, SOUZA (49). Tal fato foi atribuído, pelo autor, como sendo resultado da calagem realizada antes da instalação do experimento.

Nas considerações de SMITH (45) e CHAPMAN (10), acerca da nutrição de P pelos citros, faz-se sentir que poucos foram os estudos que mostraram seu efeito na produção de frutos, sendo tais respostas, relacionadas com a presença deste nutriente nos solos, em quantidades suficientes para o suprimento adequado das plantas. Como ficou evidenciado, quando do relato do efeito do P no crescimento da parte aérea da laranjeira, o nível desse elemento no solo utilizado era baixo. Portanto, os resultados positivos obtidos na produção evidenciam o conceito de que os mesmos só ocorrem quando o elemento encontra-se em nível deficiente no solo.

Trabalhos realizados por MOREIRA, FRAGA JÚNIOR C.G & ROES - SING (33), GALLO, HIROCE & RODRIGUEZ (20) e RODRIGUES (40), não mostraram efeito isolado do P, em laranjeiras 'Baianinha' adultas, em condições, do Estado de São Paulo, Por outro lado, SOUZA (49), ao analisar os dados obtidos para a primeira produção deste experimento, constatou respostas positivas. As respostas anteriormente obtidas, e confirmadas nesta fase experimental, podem ser atribuídas, como consequência lógica, ao maior crescimento alcançado pelas laranjeiras ao serem submetidas à adubação fosfatada.

Relacionando-se a produção total obtida no ano-agrícola 1976/77, soma dos frutos do "tempo" e "temporões", com o diâmetro da copa das laranjeiras aos 51 meses pós-plantio, obteve-se uma resposta linear positiva do efeito do P, neste dato de produção relativa, por m^2 da área projetada no terreno pela copa das plantas. Esta resposta evidencia o conceito, firmado anteriormente, para explicar o efeito do P na produção, em função do seu efeito no crescimento da parte aérea.

Com relação a produção de frutos temporões, fato comum entre as variedades pertencentes ao grupo das tardias, às quais pertence a 'Pera Rio', e a respeito das quais não se fizera nenhum comentário em trabalhos anteriores, constatou-se, pela resposta linear observada, ter sido essa produção bastante influenciada pela adubação fosfatada. A afirmativa torna-se evidente ao observarmos que ocorreram incrementos percentuais da ordem de : 63,64%; 109,09% e 168,18%, para os níveis P_1 , P_2 e P_4 de adubação, em relação a testemunha, respectivamente.

A produção total obtida por planta no ano agrícola 1976/77 foi em média de 106 frutos por laranjeira não adubada com P, e de 210 para as que receberam esse elemento na adubação, o que representa um aumento de 104 frutos por planta. Estas respostas na produção estão de acordo com as obtidas nos trabalhos de ALLWRIGHT (2) e ILLORET (24), que constatarem uma diminuição do número de frutos com a falta de P.

Não foi evidenciado nenhum efeito do K na produção da laranjeira 'Pera Rio'. Tal ocorrência concorda com o que foi obtido por RODRIGUEZ (40) e SOUZA (49), em condições brasileiras, a despeito do relato de CHAPMAN (10) citando vários autores : Bahrt e Roy ; Levitt; Deszyck; Diszyck et alii e Chiu et alii e do que foi observado, em outras regiões produtoras, por diversos autores (14, 26 , 34 e 35), que encontraram efeito desse elemento na produção dos citros.

A não ocorrência de respostas na produção da laranjeiras , com a aplicação de diferentes níveis de K, pode ser associada primeiramente ao fato de que este elemento, por se encontrar no solo num teor classificado como médio (quadro 1), não promoveu nenhum efeito no crescimento da parte aérea, ao contrário do observado para o P. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o relacionado ao estágio de desenvolvimento das plantas, que se encontravam com mais ou menos 4 anos de idade, portanto em fase de formação. Afirma-se isto com base no relato de CHAPMAN (10), segundo o qual as quantidades e proporções dos constituintes da cinza de qualquer parte da planta são profundamente influenciadas pela sua idade, bem

como o que foi encontrado nos trabalhos realizados por diversos autores (14, 26, 34 e 35), ao analisarem o efeito do K na produção de plantas adultas.

Acompanhando o observado para as características do crescimento da parte aérea, a aplicação do Ca, nos diferentes níveis, não concorreu para o aumento do número de frutos produzidos pela laranjeira 'Pera Rio'. Resultados semelhantes foram obtidos por EMBLETON et alii (15), ao aplicar calcário dolomítico na laranjeira 'Valência'.

Segundo CHAPMAN (10), quando o teor foliar de Ca é superior a 0,7%, aplicações desse elemento não causam efeito no aumento do número de frutos nos citros. Embora a diagnose foliar não se tenha constituído em assunto deste estudo, provavelmente pode-se utilizar este fato como suporte para explicar tal resposta. Afirma-se isto em função dos resultados encontrados por SPENCER & KOO (52), KIELY et alii (27) e nos de SOUZA (49), numa fase anterior desse experimento, onde os níveis de Ca aplicados aumentaram linearmente o teor desse elemento nas folhas das laranjeiras, de modo que a testemunha apresentou nível considerado como médio.

6. CONCLUSÕES

A avaliação dos efeitos de diferentes níveis de P, K, Ca no crescimento da parte aérea e na produção inicial da laranjeira 'Pera Rio', no período e nas condições em que foi conduzido o trabalho, permitiu as seguintes conclusões :

1. A aplicação do P, em diferentes níveis, promoveu um aumento médio no crescimento dos diâmetros do caule, da copa e na altura da 'Pera Rio', da ordem de 17,95%, 17,56% e 14,88%, respectivamente.
2. O P aplicado promoveu um incremento no crescimento médio do diâmetro do porta enxerto limoeiro 'Cravo' em torno de 13,46%.
3. Com 446,13 e 646,26 g de P_2O_5 , aplicadas por planta até aos 39 e 51 meses pós-plantio, respectivamente, a laranjeira 'Pera Rio' alcançou o ponto de máximo médio para as características de crescimento da parte aérea.

4. A aplicação de P aumentou a produção total de frutos por planta e por m^2 de área projetada no terreno pela copa da planta em 97,80% e 37,66%, respectivamente.
5. A adubação com P aumentou a produção de frutos "temporões" em 63,64%, 109,09% e 168,18% para os níveis P_1 , P_2 e P_4 em relação ao controle, respectivamente.
6. Não se constatou efeito das aplicações dos diferentes níveis de K e Ca no crescimento da parte aérea e na produção inicial da laranjeira 'Pera Rio'.

7. RESUMO

EFEITOS DO P, K, Ca, NO CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA E NA PRODUÇÃO INICIAL DA LARANJEIRA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck CV. PERA RIO.

A implantação de grandes pomares de citrinas em solos anteriormente sob vegetação de cerrado, na região sul do Estado de Minas Gerais, despertou a necessidade de obter-se informações locais sobre fertilização, até então praticamente inexistentes.

Tais informações fazem-se imprescindíveis, porque esses solos possuem baixa fertilidade, caracterizada principalmente por apresentar baixos níveis de fósforo e cálcio, alto teor de alumínio e baixo pH.

O objetivo experimental foi determinar os efeitos do P, K, Ca no crescimento da parte aérea e na produção inicial da laranjeira 'Pera Rio', enxertada em limoeiro 'Cravo', safra 1976/77, em Latossolo Vermelho Escuro, fase Cerrado. O trabalho compreende dados de um experimento instalado em abril de 1973, em área da Ipane-

ma Agro-Indústria, no município de Alfenas, Estado de Minas Gerais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4^3 , sem repetições, sendo a parcela constituída por duas plantas úteis. Os níveis dos elementos, 0, 1, 2 e 4, foram escolhidos tomando-se como base o nível 2, considerado como médio.

Nas condições do experimento o P foi o único atuante, não se obtendo efeitos do K e do Ca.

O P promoveu um aumento médio no crescimento dos diâmetros do caule da laranjeira e do porta-enxerto, no diâmetro da copa e na altura da planta, da ordem de 17,95%, 13,46%, 17,56% e 14,88%, respectivamente.

A aplicação de P promoveu também um aumento médio na produção de frutos do "tempo", "temporões" e total do ano agrícola, respectivamente, de : 93,65%; 113,64% e 97,80%. A produção relativa , em número de frutos por m^2 da área projetada no terreno pela copa das laranjeiras, foi aumentada em 37,64% com a aplicação de P.

8. SUMMARY

EFFECTS OF P, K, Ca ON ABOVE GROUND GROWTH AND INITIAL YIELDS OF ORANGE TREE (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck CV. PERA RIO).

The implanting of big citrus orchards on the soils previously occupied by cerrado vegetation in southern Minas Gerais State stirred the necessity of obtaining local informations about fertilization which were practically un available.

Such informations are indispensable because these soils contain low fertility characterized principally by presenting low levels of phosphorous and calcium high level of aluminium and low pH.

The purpose of this experiment was to determine the effects of P, K, Ca on above ground growth and initial yields of Pera Rio orange tree grafted on Rampur lime during the 1976/77 crop in Dark Red Latosoil, phase Cerrado. The paper included data of one experiment conducted in April 1973 in the land of Ipanema Agro-In -

dústria, at Alfenas County, Minas Gerais State.

The experimental design used was a completely randomized in 4^3 factorial scheme without replicate. Each plot was constituted by two trees surrounded by borders. The levels of nutrients were set as 0, 1, 2 and 4, taking level 2 as medium.

Under the present experimental conditions, the P was the only effective nutrient. No effect of K and Ca was shown.

The P promoted an average increase of growth in stem diameter of scion and stock of orange tree, diameter of canopy, and plant height in the order of 17.95%, 13.46%, 17.56% and 14.88% respectively.

The application of P also promoted an average increase in "in season", "off-season" and total fruit yields of the agriculture year by 93.65%, 113.64% and 97.80% respectively. The relative yields in fruit number per m^2 ground area covered by tree canopy was increased by 37.64% with P application.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALDRICH, D.G. & BUCHANAN, J.A. Soil phosphorus supply in healthy phosphorus-deficient citrus orchards in southern California. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 63:32-6, 1954.
2. ALLWRIGHT, W.J. Final report on the fertilizer trials as Rustem_uburg, Western Transvaal. Citrus Grower, Port Elizabeth, 52: 5-19, 1938.
3. ALMEIDA, H.C. et alii. Clima. In: _____. Reconhecimento detalhado e aptidão agrícola dos solos em área piloto no Sul do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, MIC, IBC/GERCA, 1972. p. 21-2.
4. ARNOTT, R.H. Potassium deficiency in citrus. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, Melbourne, 12 : 110-3, 1946.
5. _____. Potassium deficiency in coastal soils; a cause of decline in citrus and passion fruit. Agriculture Gazette of

New South Wales, Sidney, 58:72-4, 1947.

6. ASO, P.J. & DANTUR, N.C. Response of 'Valencia' orange trees to N, P. K fertilization. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, San Miguel, 45:107-19, 1967.
7. BATCHELOR, L.D. Principles and methods of fertilization. In: _____ & WEBBER, H.J., ed. The citrus industry. Berkeley, University of California, 1948. V.2, cap. 7, p. 323-81.
8. CALVERT, D.V. Fertilizer applications on citrus. Citrus Industry, Bortow, 52:9,12, 1971.
9. CARY, P.R. The residual effects of nitrogen, calcium and soil management treatments on yield, fruit size and composition of citrus. Journal of Horticultural Science, London, 47:479-91, 1972.
10. CHAPMAN, H.D. The mineral nutrition of citrus. In: _____. REUTHER, W.; WEBBER, H.J. & BATCHELOR, L.D., ed. The citrus industry. Berkeley, University of California, 1968. v. 2, cap. 3, p. 127-289.
11. _____ & RAYNER, D.S. Effect of various maintained levels of P on the growth, yield, composition, and quality of 'Washington Navel' oranges. Hilgardia, Berkeley, 20:325-58, 1951.
12. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais; 2a. tentativa. Belo Horizonte, PIPAEMG, 1972. 88 p.

13. CRUZ, L.S.P.; RODRIGUEZ, O. & IGUE, T. Reação de laranjeiras 'Natal' à aplicação de adubos minerais e orgânicos nas covas de plantio. Bragantia, Campinas, 30:135-43, 1971.
14. DU PLESSIS, S.F. The cost of fertilizing citrus. Citrus and Subtropical Fruit Journal, Nelspruit, (506):9-11, 1976.
15. EMBLETON, T.W. et alii. Influence of applications of dolomite, potash, and phosphate on yield and size fruit and on composition of leaves of 'Valencia' orange trees. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 67:183-90, 1956.
16. ENCICLOPÉDIA BRASILEIRA DOS MUNICÍPIOS. Rio de Janeiro, IBGE, 1958. 40 v., v. 24.
17. FAGUNDES, A.B.; MENEZES, W.C. & KALCKMANN, R.E. Adubação e calagem de terras de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., Campinas, 1949. Anais... Campinas, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1953. p. 295-304.
18. FERRI, M.G. Plantas do Brasil; espécies de cerrado. São Paulo, Blucher, 1969. 239 p.
19. FUDGE, B.R. The effect of applications of calcium and magnesium upon absorption of potassium by citrus. Proceedings Florida State Horticultural Science, St. Joseph, 59:46-51, 1946.
20. GALLO, J.R.; HIROCE, R. & RODRIGUEZ, O. Correlação entre composição das folhas e produção e tamanho dos frutos, em laranja 'Baianinha'. Bragantia, Campinas, 25:77-86, 1966.

21. HIPPEL, B.W. & SHULL, A.V. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on 'Red' grapefruit. Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society (1976) 30:65-72. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, London, 48:530, abstr. 5978, June 1978.

22. HUME, H.H. Os adubos e sua aplicação. In: _____. A cultura das plantas cítricas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1952. Cap. 22, p. 294-316. (Série didática, 12).

23. IDA, H. et alii. Studies on abnormal defoliation of 'Satsuma' orange trees. Part 3: Effects of added CaCO_3 , sucrose, ZnSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$ on the growth and Mn absorption of young 'Satsuma' orange trees on Mikatagahara soil. Bull. Schizuoka Pref. Citrus Exp. Station (1969) (8):51-8. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, London, 40:856, abstr. 7168, Sept. 1970.

24. ILLORET, J.R. Efectos del P no cultivo sobre la producción y economía del cultivo de los agrios. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias; Producción vegetal, Madrid, 2:125-45, 1972.

25. JONES, W.W. & PARKER, E.R. Seasonal trends in mineral composition of 'Valencia' orange leaves. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 55:101-3, 1951.

26. _____ et alii. Response of young lemon trees to potassium and Zinc application; yield and fruit quality. Journal of the American Society for Horticultural Science, Virginia, 98: 414-6, 1973.

27. KIELY, T.B. et alii. Nutrition studies of 'Valencia' oranges . Citrus Industry, Tampa, 49:20-22, 1968.
28. LOVADINI, L.A.C. Comportamento da soja perene (*Glycine wightii* Verc.), em solos ácidos, em função das variações de pH, Al trocável e do fósforo aplicado como fosfato solúvel. Piracicaba, ESALQ, 1972. 94 p. (Tese de Doutorado).
29. MALAVOLTA, E. Elementos minerais. In: _____. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Ceres, 1976. Cap. 2, p. 67-119.
30. _____ et alii. Nutrição mineral e adubação das plantas cítricas. In: _____. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. Cap. 6, p. 293-324.
31. MCCLUNG, A.C. et alii. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. Bragantia, Campinas, 17:29-44, 1958.
32. MENDES, J.F. Características químicas e físicas de alguns solos sob cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADOS, 2. , IPEACO, Sete Lagoas, 1967. Anais... Sete Lagoas, IPEACO , 1972. p. 51-62.
33. MOREIRA, S.; FRAGA JÚNIOR, C.G. & ROESSING, C. Adubação de laranja (Efeitos de N, P, K e esterco sobre a produção) . Ciência e Cultura, São Paulo, 15:224-5, 1963.
34. REESE, R.L. & KOO, R.C.J. Fertility and irrigation effects on 'Temple' orange. I. Yield and leaf analyses. Journal of

the American Society for Horticultural Science, Riverside ,
102:148-51, 1977.

35. REESE, R.L. & KOO, R.C.J. N and K fertilization effects on leaf analysis, tree size, and yield of three major Florida orange cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science, Riverside, 100:195-8, 1975.
36. REITZ, H.J. & KOO, R.C.J. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield, fruit quality and leaf analysis of 'Valencia' orange. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 75:244-52, 1960.
37. REUTHER, W. & SMITH, P.F. Relation of nitrogen, potassium and magnesium fertilization to some fruit qualities of 'Valencia' orange. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 59:1-12, 1952.
38. _____ et alii. Phosphate fertilizer trials orange in Florida I. Effects on yield, growth, and leaf and soil composition. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 53:71-84, 1949.
39. RIVERO, J.M. Del. Los estados de carencia en los agrios. 2. ed. Madrid, Mundi-Prensa, 1968. 510 p.
40. RODRIGUEZ, O. Estudo de espaçamento, porta-enxerto e adubação para a laranjeira 'Baianinha' (Citrus sinensis (L.) Osbeck). Piracicaba, ESALQ, 1972. 82 p. (Tese de Doutorado).
41. _____ & MOREIRA, S. Citrus nutrition - 20 year of experimental results in the State of São Paulo, Brasil. Proceedings

First International Citrus Sumposium, Riverside, 3:1579-86 , 1969.

42. RODRIGUEZ, O; ROESSING, C. & ABRAMIDES, E. Reação de plantas cítricas em viveiro à adubação N, P e K. Ciência e Cultura, São Paulo, 17:201, 1965.
43. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas. Rio de Janeiro, 1962. 462 p. (Boletim, 13).
44. SETZER, J. Os solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro , Biblioteca Geográfica Brasileira, 1949. 381 p. (Publicação, 6).
45. SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F., ed. Nutrition of fruit crops; tropical, subtropical, temperate tree and small fruits. 2.ed. Somerville, N.J., Somerset Press, 1966. Cap. 7, p. 174-207.
46. _____ Leaf analysis of citrus. In: CHILDERS, N.F., ed. Nutrition of fruit crops; tropical, subtropical, temperate tree and small fruits. 2. ed. Somerville, N.J., Somerset Press, 1966. Cap. 8, p. 208-28.
47. _____ & REUTHER, W. Seasonal changes in 'Valencia' orange trees. I. Changes in leaf dry weight, and macro-nutrient elements. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 55:61-72, 1950.
48. SOUZA, M. Adubação das plantas cítricas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5:26-31, 1979.

49. SOUZA, M. Efeito do P, K, Ca no crescimento da parte aérea da laranjeira 'Pera Rio' (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) em latossolo vermelho escuro fase cerrado. Piracicaba, ESALQ, 1976. 132 p. (Tese de Doutorado).
50. _____ & SIMÃO, S. Adubação da laranjeira 'Pera Rio' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) com P, K, Ca em Latossolo vermelho escuro fase cerrado; efeito no crescimento da parte aérea até aos 3 anos pós-plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., Pelotas, 1979. Anais ... Pelotas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. v.2, p. 522-34.
51. SPENCER, W.F. Effects of heavy applications of phosphate and lime on nutrient uptake, growth, freeze injury, and root distribution of grapefruit trees. Soil Science, Baltimore, 89: 311-8, 1960.
52. _____ & KOO, R.C.J. Calcium deficiency in field-grown citrus trees. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, College Park, 89:311-8, 1962.

