

EXPERIÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO EM CÍTRUS, NA BAIXADA FLUMINENSE. I. EFEITOS DA IRRIGAÇÃO SOBRE POMARES DE LARANJAS PIRALIMA E LIMA¹

EVANDRO FERRAZ DUARTE², HÉLIO DE OLIVEIRA VASCONCELLOS³ DIRCE P.P. DE SOUZA BRITTO⁴ e NELI RODRIGUES DO AMARAL⁵

SINOPSE. - Experimentos de irrigação foram conduzidos a partir do ano agrícola 1960/61, em pomares situados em solo Podzólico Vermelho-amarelo, da série "Itaguaí", na Baixada Fluminense, procurando-se estudar os possíveis efeitos da prática irrigatória, realizada apenas durante os meses de inverno, sobre o comportamento das variedades de laranjas Piralima e Lima.

O esquema experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com dez repetições, e o sistema de irrigação, o de aspersão sob copa ("under tree"). As suplementações de água ao solo variaram de 50 a 325 mm por estação de rega.

Após quatro anos de investigações com a variedade Piralima (1960/61 a 1963/64) e de seis anos com a variedade Lima (1965/66 a 1970/71), verificou-se que, para a primeira variedade, a irrigação com a dotação de 50 mm mensais foi a que melhor resultado apresentou, propiciando um acréscimo médio, em quatro anos, de 37 frutos por árvore.

Quando o índice de precipitação pluvial durante o inverno totalizou apenas 30 mm, como aconteceu no ano agrícola 1963/64, a irrigação antecipou o início da floração da variedade Piralima de, aproximadamente, 40 dias; todavia, tal fato foi julgado de pouco interesse, visto que, não só as chuvas normais de 30 anos, na região, para a citada estação, atingem a 153 mm, como também tal antecipação só foi registrada uma vez no espaço de 10 anos.

Com relação à variedade Lima, constatou-se falta de significância entre as dotações de água usadas nos dois anos (1965/66 e 1966/67) em que o experimento não foi adubado, apesar de, em 1965/66, a dotação básica (50 mm mensais) ter fornecido aumento de 139 frutos relativamente à testemunha, e esta, 78 frutos a mais que a dotação mínima (25 mm mensais). Já nos dois anos seguintes (1967/68 e 1968/69), em que a irrigação foi associada a uma adubação uniforme de 2 kg por árvore (NPK, 8-4-8), verificou-se que a melhor dotação foi a de 50 mm mensais, com um aumento de 136 frutos em relação à testemunha, isto no ano agrícola 1967/68, resultado significativo.

Finalmente, foi observada falta de reação às adubações em doses duplas e quádruplas da mesma formulação supra citada, efetuadas respectivamente, nos anos de 1969/70 e 1970/71, bem como às diferentes dotações de água empregadas, na produção de frutos e nos vários objetivos pesquisados na análise pomológica, esta realizada com frutos colhidos no ano agrícola 1969/70.

Palavras chaves adicionais para índice: Engenharia agrícola; efeitos da adubação x irrigação suplementar; análise pomológica.

INTRODUÇÃO

Segundo estudos realizados recentemente por um grupo de técnicos responsável pelo Subprojeto III-2 Rj/2 - Desenvolvimento da citricultura do Estado do Rio de Janeiro - MA/CONTAP/USAID/ETA (1970), a ci-

tricultura fluminense se coloca em 4.º lugar na produção nacional. Verificou-se também que, comparativamente com as demais explorações agrícolas do Estado, ela se destaca em 3.º lugar em renda bruta.

Por outro lado, pôde-se constatar que são bastante promissoras as perspectivas de expansão das áreas cultiváveis, particularmente na região dos lagos (Araruama, Saquarema, Maricá e São Pedro da Aldeia) e nas baixadas que margeiam o Rio São João.

Ainda segundo o mesmo estudo, a área cultivada atinge, no momento, cerca de 26.500 ha, com 15 milhões de árvores e uma produção estimada em torno de 8.800.000 caixas de 25 kg por ano. Destacam-se como maiores produtores os municípios de Itaboraí (3.720.000 cx./ano), Saquarema (1.116.000 cx./ano) e Araruama (1.080.000 cx./ano).

Portanto, é incontestável a importância que a citricultura continua a ter na economia do Estado do Rio

¹ Aceito para publicação em 11 de maio de 1973.

² Eng.º Agrônomo, Ex-Chefe do Setor de Engenharia Rural do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS), Prof. Regente da Disciplina de Hidráulica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26.

³ Eng.º Agrônomo, Chefe do Setor de Horticultura do IPEACS, Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26, e Pesquisador Assistente, bolsista, do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).

⁴ Eng.º Agrônomo, Chefe do Setor de Estatística Experimental e Análise Econômica do IPEACS, Prof. Adjunto do Departamento de Matemática e Estatística da UFRRJ e Chefe de Pesquisa, bolsista, do CNPq.

⁵ Eng.º Agrônomo do Setor de Estatística Experimental e Análise Econômica do IPEACS e bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq.

de Janeiro e do País. Contudo, tanto quanto se pôde investigar, até 1959 nenhuma experiência controlada tinha sido realizada na região com vistas aos possíveis efeitos da prática irrigatória sobre o comportamento das plantas cítricas.

No Brasil é escassa a literatura especializada; apenas Montenegro (1958) afirmou que, em São Paulo, apesar de restrita a alguns poucos pomares e quase não estudada, a irrigação suplementar propicia aumento de produção e melhoria da qualidade dos frutos cítricos, com resultados econômicos. Já Beckett *et al.* (1930) verificaram que, na Califórnia Meridional, a irrigação é essencial durante o período de dormência nos anos de baixa precipitação pluvial, e que em San Diego os citricultores necessitam irrigar os seus pomares ao longo do inverno, com dotações de água que totalizam de 8 a 12" (200 a 300 mm).

Hume (1952) afirma que a fase de maior necessidade hídrica é aquela em que os pomares estão em franca brotação e preparando-se para o surto vegetativo primavera. Carências de água no solo tendem a reduzir o desenvolvimento das plantas, promovem a queda prematura dos frutos e influem na quantidade e na qualidade destes.

Sites *et al.* (1951), na Flórida, conduziram experimentos de irrigação com laranjas e "grapefruits", em diferentes níveis de umidade do solo, durante a fase de maturação, concluindo o seguinte: árvores vegetando em condições ótimas de umidade produziram frutos com elevada percentagem de suco e baixos teores de sólidos solúveis totais e acidez; prolongadas condições de seca durante a fase inicial de maturação dos frutos (aproximadamente 100 dias depois da floração) parece que favoreceram o desenvolvimento dos frutos com alto conteúdo de acidez; longos períodos de carência hídrica durante estágio médio de maturação do fruto (entre 100 e 200 dias de florescimento) evidenciaram a formação de frutos com elevados teores de sólidos solúveis e acidez; condições de seca durante a fase final de maturação parecem ter pouco ou nenhum efeito na qualidade do fruto, todavia os teores de sólidos solúveis totais e acidez titulável foram reduzidos pela chuva ou pela irrigação durante este período; por outro lado, o tamanho dos frutos também foi afetado pelas condições de umidade do solo e as árvores irrigadas apresentaram um desenvolvimento mais rápido.

Ainda na Flórida, Ziegler (1955) estudou durante quatro anos os efeitos da prática irrigatória sobre "grapefruit" da variedade Marsh, enxertada em limão Rugoso, e obteve acréscimos de rendimento da ordem de 4 caixas por árvore nos anos de baixa precipitação pluvial. Observou ainda que o teor de sólidos solúveis totais e a percentagem de suco aumentaram significativamente nos frutos das árvores irrigadas. Conclui afirmando que a irrigação mal planejada pode afetar a qualidade do fruto e onerar substancialmente a produção.

Estudos feitos por Koo (1958), com uma variedade de "grapefruit" (Marsh) e três variedades de laranjas (Hamlin, Pineapple e Valencia) usando irrigação, no fim do outono (cerca de quatro semanas antes da ocorrência de geada), mostraram as seguintes reduções de

danos causados às plantas pelo referido fenômeno meteorológico, quando irrigadas:

- "grapefruit" var. Marsh, menos 5% de danos;
- laranja var. Hamlin, menos 25% de danos;
- laranja var. Pineapple, entre 25 a 50% de danos;
- laranja var. Valencia, cerca de 50%.

Dois meses após a geada, as produções apresentadas pelas árvores irrigadas e sem irrigação foram:

- Pineapple irrigada, 528 frutos, sem irrigação, 395 frutos;
- Valencia irrigada, 206 frutos, não irrigada, 155 frutos.

Nenhum efeito devido à prática irrigatória foi registrado sobre a "grapefruit" e laranja Hamlin.

Diante do exposto, resolveu-se estudar o comportamento da irrigação nas condições da Baixada Fluminense, iniciando-se os trabalhos em 1960 em pomares de laranjas Piralima e Lima do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS), em Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado um balanço hídrico na região, visando averiguar possíveis períodos de carência de água no solo, principalmente durante os meses de inverno, sabidamente de menor índice pluviométrico. Para tanto, foi usado o método preconizado por Thornthwaite e Mather (1955), tendo-se constatado que, ao longo dos meses mais secos do ano (maio a outubro), o déficit total de água no solo pode atingir, aproximadamente, a 100 mm. Nos demais meses, um *superavit* de 214 mm pode ser registrado (Quadro 1 e Fig. 1).

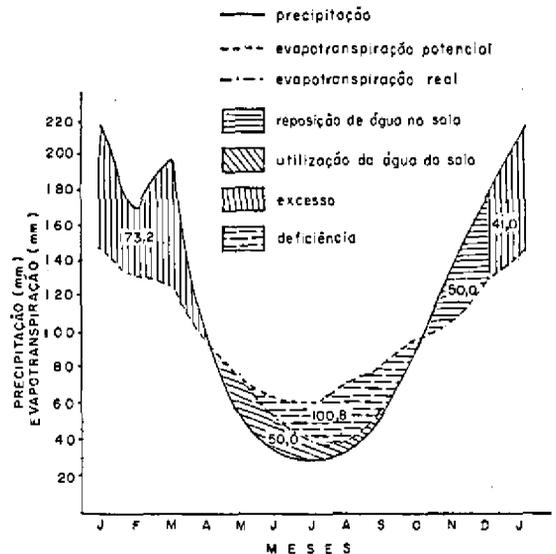


FIG. 1 Balanço hídrico seg. Thornthwaite e Mather (1955). Localidade: UFRRJ e IPEACS, Antiga Rodovia Rio-São Paulo, Km 47, Itaguaí, RJ.

QUADRO 1. Balanço hídrico mensal para as condições climáticas da localidade onde os experimentos foram conduzidos^a, segundo o processo preconizado por Thornthwaite e Mather (1955)

| Meses | Temperatura média (°C) | Evapotranspiração potencial | | | Precipitação (mm) | Diferença precipitação menos evapotranspiração potencial (mm) | Negativo acumulado (mm) | Armazenamento (mm) | Alteração (mm) | Evapotranspiração real (mm) | Deficit (mm) | Excesso (mm) |
|-------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|-------------------|---|-------------------------|--------------------|----------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| | | Não corrigida (mm) | Fator de correção (%) | Corrigida (mm) | | | | | | | | |
| Jan. | 26,2 | 130 | 1,14 | 148 | 217,6 | + 69,6 | 0,0 | 50,0 | 0 | 148,0 | 0,0 | 69,6 |
| Fev. | 26,4 | 132 | 1,00 | 132 | 168,1 | + 36,1 | 0,0 | 50,0 | 0 | 132,0 | 0,0 | 36,1 |
| Mar. | 25,6 | 123 | 1,05 | 129 | 196,6 | + 67,6 | 0,0 | 50,0 | 0 | 129,0 | 0,0 | 67,6 |
| Abr. | 23,7 | 99 | 0,97 | 96 | 95,9 | - 0,1 | - 0,1 | 50,0 | 0 | 95,9 | 0,0 | 0,0 |
| Mai. | 21,9 | 79 | 0,95 | 75 | 57,0 | - 18,0 | - 188,1 | 34,0 | - 16 | 73,0 | 2,0 | 0,0 |
| Jun. | 20,9 | 70 | 0,90 | 63 | 35,5 | - 27,5 | - 45,6 | 19,0 | - 15 | 50,5 | 12,5 | 0,0 |
| Jul. | 20,4 | 65 | 0,94 | 61 | 28,9 | - 32,1 | - 77,7 | 9,0 | - 10 | 38,9 | 22,1 | 0,0 |
| Ago. | 21,4 | 74 | 0,99 | 73 | 34,6 | - 38,4 | - 116,1 | 4,0 | - 5 | 39,6 | 33,4 | 0,0 |
| Set. | 22,1 | 82 | 1,00 | 82 | 54,0 | - 28,0 | - 144,1 | 3,0 | - 1 | 55,0 | 27,0 | 0,0 |
| Out. | 22,8 | 89 | 1,09 | 97 | 93,2 | - 3,8 | - 147,9 | 3,0 | 0 | 93,2 | 3,8 | 0,0 |
| Nov. | 23,7 | 99 | 1,10 | 109 | 139,2 | + 30,2 | - 19,0 | 33,2 | + 30 | 109,0 | 0,0 | 0,0 |
| Dez. | 24,8 | 133 | 1,16 | 131 | 180,0 | + 58,0 | 0,0 | 50,0 | + 17 | 131,0 | 0,0 | 41,0 |
| Ano | 23,3 | - | - | 1196 | 1.309,6 | - | - | - | - | 1.095,1 | 100,8 | 214,3 |

^a Latitude: 22,045' S; longitude: 43,041' W Gr.; altitude: 31,0 m.

^b Normais mensais de 30 anos (1940 a 1969), registradas pela Estação Meteorológico-Agrícola do IPEACS.

^c Admitiu-se em 50 mm a capacidade de retenção de água do solo na zona de maior atividade radicular quando a "field capacity" for atingida.

QUADRO 1. Balanço hídrico mensal para as condições climáticas da localidade onde os experimentos foram conduzidos^a, segundo o processo preconizado por Thornthwaite e Mather (1955)

| Meses | Temperatura média (°C) | Evapotranspiração potencial | | | Precipitação (mm) | Diferença precipitação menos evapotranspiração potencial (mm) | Negativo acumulado (mm) | Armazenamento (mm) | Alteração (mm) | Evapotranspiração real (mm) | Deficit L (mm) | Excesso (mm) |
|-------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|-------------------|---|-------------------------|--------------------|----------------|-----------------------------|----------------|--------------|
| | | Não corrigida (mm) | Fator de correção (%) | Corrigida (mm) | | | | | | | | |
| Jan. | 26,2 | 130 | 1,14 | 148 | 217,6 | + 69,6 | 0,0 | 50,0 | 0 | 148,0 | 0,0 | 69,6 |
| Fev. | 26,4 | 132 | 1,00 | 132 | 168,1 | + 36,1 | 0,0 | 50,0 | 0 | 132,0 | 0,0 | 36,1 |
| Mar. | 25,6 | 123 | 1,05 | 129 | 196,6 | + 67,6 | 0,0 | 50,0 | 0 | 129,0 | 0,0 | 67,6 |
| Abr. | 23,7 | 99 | 0,97 | 96 | 95,9 | - 0,1 | - 0,1 | 50,0 | 0 | 95,9 | 0,0 | 0,0 |
| Mai. | 21,9 | 79 | 0,95 | 75 | 57,0 | - 18,0 | - 188,1 | 34,0 | - 16 | 73,0 | 2,0 | 0,0 |
| Jun. | 20,9 | 70 | 0,80 | 63 | 35,5 | - 27,5 | - 45,6 | 19,0 | - 15 | 50,5 | 12,5 | 0,0 |
| Jul. | 20,4 | 65 | 0,84 | 61 | 28,9 | - 32,1 | - 77,7 | 9,0 | - 10 | 38,9 | 22,1 | 0,0 |
| Ago. | 21,4 | 74 | 0,89 | 73 | 34,6 | - 35,4 | - 116,1 | 4,0 | - 5 | 39,6 | 33,4 | 0,0 |
| Set. | 22,1 | 82 | 1,00 | 82 | 54,0 | - 28,0 | - 144,1 | 3,0 | - 1 | 55,0 | 27,0 | 0,0 |
| Out. | 22,8 | 89 | 1,09 | 97 | 93,2 | - 3,8 | - 147,9 | 3,0 | 0 | 93,2 | 3,8 | 0,0 |
| Nov. | 23,7 | 99 | 1,10 | 109 | 139,2 | + 30,2 | - 19,0 | 33,2 | + 30 | 109,0 | 0,0 | 0,0 |
| Dez. | 24,8 | 133 | 1,16 | 131 | 180,9 | + 58,0 | 0,0 | 50,0 | + 17 | 131,0 | 0,0 | 41,0 |
| Ano | 23,3 | — | — | 1196 | 1.309,6 | — | — | — | — | 1.095,1 | 100,8 | 214,3 |

^a Latitude: 22,045' S; longitude: 43,041' W Gr.; altitude: 31,0 m.

^b Normais mensais de 30 anos (1940 a 1969), registradas pela Estação Meteorológico-Agrária anexa ao Setor de Climatologia Agrícola do IPEACS.

^c Admitiu-se em 50 mm a capacidade de retenção de água do solo na zona de maior atividade radicular quando a "field capacity" for atingida.

Tais resultados induziram a que se estimassem as possíveis necessidades de irrigação para as plantas cítricas durante o período citado, tendo sido empregado o processo proposto por Blaney e Criddle (1950).

Conforme se pode observar no Quadro 2, chegou-se a uma necessidade total bruta provável de irrigação da ordem de 268 mm, o que permitiu fosse feita uma estimativa para a dotação média mensal de rega em torno de aproximadamente 50 mm ($268 \div 5 \approx 50$ mm). Partindo de tal dotação, que foi chamada de básica e que se constituiu no primeiro tratamento a ser investigado (A), estabeleceu-se um segundo tratamento (B) com 25 mm mensais, visando particularmente observar possíveis diferenças de comportamento das variedades, quando irrigadas com a metade da dotação básica estabelecida.

cação americana (T.W. Prosser Co., Arlington, Califórnia), instaladas em cada tratamento a quatro diferentes profundidades: 15, 30, 45 e 60 cm. Todavia, panes sucessivas nesses determinadores de tensão de umidade, particularmente nas unidades instaladas a 45 e 60 cm, impediram a adoção desse processo para estabelecimento dos turnos de rega.

Empregou-se então o seguinte critério: a partir de julho até a primeira quinzena de outubro, sempre que durante 15 dias não ocorriam chuvas ou, ocorrendo, estas eram insignificantes (abaixo de 10 mm), irrigava-se com base nas dotações calculadas. Tal critério foi considerado razoável, pois está baseado no conhecimento da rapidez de esgotamento da capacidade de umidade disponível do solo, quando este deixa de receber contribuições naturais ou artificiais de água. Procurou-se,

QUADRO 2. Estimativas das necessidades líquida e bruta de irrigação para a cultura de citros, na Baixada Fluminense, segundo o método proposto por Blaney e Criddle (1950)*

| Meses | Valores de t_b (°C) | Valores de p^c (%) | Valores de f | Valores de U, para $K = 0,50$ (mm) | Chuva ^b (mm) | Necessidade líquida de irrigação (N_l) ^d (mm) | Necessidade bruta de irrigação (N_b) ^e (mm) |
|-------|-----------------------|----------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------|--|--|
| Jan. | 26,2 | 9,16 | 184,17 | 92 | 217,6 | — | — |
| Fev. | 26,4 | 8,85 | 178,75 | 89 | 168,1 | — | — |
| Mar. | 25,6 | 8,42 | 166,98 | 83 | 190,6 | — | — |
| Abr. | 23,7 | 8,00 | 151,70 | 76 | 95,9 | — | — |
| Mai. | 21,9 | 7,60 | 137,87 | 69 | 57,0 | 12,0 | 24,0 |
| Jun. | 20,9 | 7,41 | 131,03 | 65 | 35,5 | 29,5 | 59,0 |
| Jul. | 20,4 | 7,51 | 131,08 | 65 | 28,9 | 36,1 | 72,0 |
| Ago. | 21,4 | 7,84 | 140,43 | 70 | 34,6 | 35,4 | 71,0 |
| Set. | 22,1 | 8,23 | 150,05 | 75 | 54,0 | 21,0 | 42,0 |
| Out. | 22,8 | 8,68 | 161,03 | 80 | 93,2 | — | — |
| Nov. | 23,7 | 9,04 | 171,43 | 86 | 139,2 | — | — |
| Dez. | 24,8 | 9,25 | 180,06 | 90 | 189,0 | — | — |
| Ano | 23,3 | | | 1020 | 1300,6 | 134,0 | 268,0 |

$$* U = KF = \sum Kf, \text{ onde } f = 25,4 (1,8 t + 32) \frac{p}{100}$$

^b Normais mensais de 30 anos (1910 a 1909), registradas pela Estação Meteorológico-Agrária, anexa ao Setor de Climatologia Agrícola do IPEACs.

^c Percentagem mensal de horas de luz solar em relação ao total anual, extraídas do U.S. Weather Bureau 1905.

^d N_l = Valores de U menos chuva.

^e $N_b = N_l \times \frac{100}{E_i}$, em que E_i = eficiência do sistema de irrigação a ser empregado (estimada em 50%).

O terceiro tratamento (C) foi constituído de árvores não irrigadas.

O volume de água a ser distribuído por árvore, em cada tratamento, foi calculado em função da área média das "bacias de recepção" construídas em torno das plantas (4,80 m²), com diâmetro equivalente ao da projeção das copas sobre o solo, e das respectivas dotações de água. Assim, para o tratamento A encontrou-se 240 l/árvore/mês (4,8 m² x 0,05 m = 0,240 m³ = 240 l), e para o tratamento B, a metade, isto é, 120 l/árvore/mês.

Tais dotações foram seguidas rigorosamente, mas, a partir do ano agrícola 1968/69, elas foram substancialmente majoradas, visando observar se os efeitos insignificantes da irrigação, até então registrados, eram devidos a uma possível deficiência das dotações empregadas.

Quanto ao controle da umidade do solo, tentou-se inicialmente fazê-lo com auxílio de baterias de tensiômetros da marca "Trometer moisture indicator", de fabri-

então, inicialmente, avaliar essa capacidade para o solo onde o experimento foi instalado. Para tanto, usou-se o processo já consagrado na prática que consiste em se admitir como umidade disponível às plantas aquela compreendida entre os limites ditados pelas chamadas constantes hídricas do solo, quais sejam: capacidade de campo (field capacity) e o ponto de murchamento permanente (permanent wilting point). Assim, pode-se ter uma idéia bastante aproximada da referida capacidade, aplicando-se a fórmula (Roe 1950, Barreto 1966)

$$H = \frac{C_c - P_{mp}}{10} \times p \times d_s,$$

onde:

H = capacidade de água disponível na profundidade desejada, em mm;

C_c = capacidade de campo, em %;

P_{mp} = ponto de murchamento permanente, em %;

p = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura a ser explorada, em cm, e

d_s = densidade aparente do solo, em g/cm³.

Portanto, para as condições do experimento, obteve-se, como resultado, 34,3 mm.

Em seguida, foi necessário conhecer as necessidades hídricas da cultura (uso consuntivo da água), através do processo de Blaney e Criddle (1950), para depois dividir a capacidade de água armazenada na zona de maior atividade radicular pelo consumo diário, chegando-se ao número de dias em que a citada capacidade deveria estar praticamente esgotada. No caso presente, verificou-se que, para os meses de junho a setembro, uma demanda total da ordem de 275 mm (Quadro 2), ou seja, 2,3 mm/dia poderia ser esperada.

Portanto, prevalecendo o regime de falta de chuvas, foi possível estimar, teoricamente, o esgotamento da capacidade de umidade disponível na zona de mais intensa atividade das raízes, no fim de 15 dias ($34,3 \text{ mm} \div 2,3 \text{ mm/dia} = 14,9 \approx 15 \text{ dias}$). Este período foi considerado como o provável turno de rega.

No ano agrícola 1960/61 foi instalado o primeiro experimento, tendo sido escolhido um pequeno pomar de laranja Piralima (*Citrus sinensis* (L), Osbeck), com sete anos de idade, enxertada sobre cavalo de limão Cravo (*Citrus limonia*, Osbeck), pomar este cultivado em solo Podzólico Vermelho-amarelo, da série Itaguaí (Mendes *et al.* 1954), na sede do IPEACS. Tal experimento foi repetido, nos anos subseqüentes, até 1963/64.

O segundo experimento foi lançado no mesmo tipo de solo e na mesma região, a partir do ano agrícola 1965/66, num pomar de competição de clones nucelares de laranja Lima (*Citrus sinensis* (L), Osbeck), com dez anos de idade, também enxertadas em cavalo de limão Cravo, tendo sido repetido, seguidamente, até 1970/71.

Como esquema experimental foi usado, em todos os anos, o delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições.

O sistema de irrigação por aspersão com regadores manuais foi o escolhido em face da carência de água nas proximidades dos pomares e, também, visando a um melhor controle da distribuição da água.

Uma cobertura morta ("mulch") com 10 cm de espessura foi sempre mantida nas "bacias de recepção", com vistas principalmente ao controle das ervas daninhas.

As produções foram sempre avaliadas por contagem direta dos frutos, ainda verdes, em duas épocas espaçadas de sessenta dias aproximadamente, a partir de fins de novembro. Com tal critério pretendeu-se estimar os possíveis efeitos da irrigação sobre a queda prematura dos frutos.

Para efeito de análise pomológica e qualidades organolépticas dos frutos, foram pesquisadas no experimento com a variedade Lima, no ano agrícola 1969/70, as seguintes características: espessura média da casca; altura e diâmetro médios dos frutos; pesos médios do fruto e do suco; acidez; percentagem média do suco; teor de sólidos solúveis totais (SST) e relação acidez/sólidos solúveis totais.

A fim de se realizarem os estudos acima mencionados, foram colhidos ao acaso 20 frutos por árvore, com maturação uniforme, totalizando 200 frutos por tratamento. Estes frutos foram imediatamente submetidos aos testes de laboratório, para evitar possíveis alterações em suas características.

A espessura da casca foi tomada com auxílio de uma régua milimetrada, e medida, na zona equatorial do fruto, em três pontos tais que sua interligação resultasse na formação de triângulo equilátero.

A mensuração dos frutos, tanto no sentido longitudinal (altura) como no equatorial (diâmetro), foi realizada usando-se um paquímetro improvisado de leitura rápida e precisa.

O peso dos frutos foi avaliado em balança marca Filizola com aproximação de 5 g e o suco foi extraído em um extrator elétrico, separando-se, com uma peneira de malha fina, os restos de polpa e as sementes.

A acidez total titulável, dada em percentagem de ácido cítrico, foi determinada pela titulação de uma solução de hidróxido de sódio, 0,1 N, com fator determinado.

Um sacarímetro de Brix foi empregado para avaliação do teor de sólidos solúveis totais, sendo as leituras corrigidas para a temperatura de aferição do aparelho (17,5°C).

Finalmente, a relação acidez/sólidos solúveis totais foi calculada através de operação das médias, obtidas na análise de cada amostra.

Visando observar possíveis influências da associação da irrigação à adubação sobre o rendimento das árvores e a qualidade dos frutos, foi iniciado um programa de incorporação de adubos ao solo no experimento com a laranja Lima, a partir do ano agrícola 1967/68. Assim, nesse ano agrícola e no subseqüente, foram aplicados, nas "bacias de recepção", em cobertura, uniformemente para os três tratamentos, 2 kg/árvore da seguinte mistura de adubos: 8-4-8 (NPK: sulfato de amônio, superfosfato de cálcio simples e cloreto de potássio). Esta incorporação foi efetuada sempre em duas etapas: a metade no início do inverno (2.ª quinzena de junho à 1.ª de julho) e a outra metade no início da estação chuvosa (fins de outubro).

No ano agrícola 1969/70, cinco árvores por tratamento continuaram recebendo a mesma dose (2 kg) e as outras cinco receberam dose dupla (4 kg), nas mesmas épocas já referidas. Tais doses foram reduplicadas (4 e 8 kg) no ano agrícola de 1970/71.

Os elementos meteorológicos de maior interesse — chuva, temperatura, umidade relativa e insolação — foram registrados ao longo dos dez anos de investigação e os resultados dessas observações acham-se reunidos no Quadro 3.

QUADRO 3. Dados meteorológicos registrados pela Estação Meteorológico-Agrária, anexa ao Setor de Climatologia Agrícola do IPEACS, durante o período experimental (1960 a 1970)

| Anos | Meses | Chuva (mm) | Temperatura média (°C) | Umidade relativa (%) | Insolação (h) |
|------|-------|------------|------------------------|----------------------|---------------|
| 1960 | Jav. | 145,3 | 26,2 | 76,5 | 150,2 |
| | Fev. | 188,5 | 26,2 | 75,8 | 162,7 |
| | Mar. | 263,9 | 25,5 | 81,6 | 165,0 |
| | Abr. | — | — | — | — |
| | Mai. | — | — | — | — |
| | Jun. | 58,6 | 21,3 | 73,5 | 196,6 |
| | Jul. | 20,6 | 21,6 | 69,7 | 227,4 |
| | Ago. | 35,4 | 22,9 | 72,7 | 214,3 |
| | Set. | 67,5 | 23,0 | 74,4 | 153,0 |
| | Out. | 46,8 | 26,2 | 69,6 | 197,5 |
| | Nov. | 138,2 | 24,8 | 77,6 | 138,2 |
| | Dez. | 174,7 | 25,9 | 77,8 | 179,0 |

QUADRO 3. (Continuação)

| Anos | Meses | Chuva (mm) | Temperatura média (°C) | Umidade relativa (%) | Insoiação (h) |
|------|-------|---------------|------------------------------|----------------------------|------------------|
| 1961 | Jan. | 219,2 | 26,9 | 76,3 | 159,9 |
| | Fev. | 126,5 | 27,2 | 77,3 | 147,8 |
| | Mar. | 215,8 | 26,4 | 77,0 | 208,6 |
| | Abr. | 107,4 | 25,5 | 77,1 | 205,9 |
| | Mai. | 95,4 | 22,9 | 78,4 | 228,8 |
| | Jun. | 26,3 | 22,6 | 75,9 | 220,8 |
| | Jul. | 54,0 | 22,2 | 70,6 | 263,4 |
| | Ago. | 8,1 | 23,8 | 66,1 | 272,0 |
| | Set. | 9,1 | 25,3 | 71,2 | 168,9 |
| | Out. | 32,0 | 26,7 | 65,9 | 201,8 |
| | Nov. | 116,1 | 26,5 | 69,6 | 210,0 |
| | Dez. | 188,6 | 25,5 | 74,4 | 118,9 |
| 1962 | Jan. | 321,3 | 25,1 | 79,5 | 204,2 |
| | Fev. | 192,7 | 25,6 | 79,8 | 145,8 |
| | Mar. | 107,4 | 26,2 | 73,9 | 256,7 |
| | Abr. | 62,1 | 23,6 | 77,2 | 208,3 |
| | Mai. | 40,1 | 21,3 | 75,7 | 219,2 |
| | Jun. | 29,7 | 19,0 | 74,2 | 188,8 |
| | Jul. | 18,6 | 19,5 | 71,3 | 211,1 |
| | Ago. | 28,8 | 21,2 | 68,7 | 214,9 |
| | Set. | 76,7 | 22,3 | 73,2 | 173,8 |
| | Out. | 119,9 | 22,1 | 78,8 | 94,4 |
| | Nov. | 134,4 | 23,3 | 78,6 | 192,5 |
| | Dez. | 257,1 | 24,5 | 81,4 | 127,4 |
| 1963 | Jan. | 166,1 | 27,1 | 73,5 | 256,2 |
| | Fev. | 98,9 | 25,9 | 76,5 | 199,1 |
| | Mar. | 100,1 | 27,2 | 70,7 | 281,5 |
| | Abr. | 16,3 | 24,1 | 76,0 | 240,1 |
| | Mai. | 40,0 | 21,7 | 71,0 | 255,3 |
| | Jun. | 25,8 | 20,5 | 71,9 | 196,6 |
| | Jul. | 4,7 | 20,9 | 67,0 | 221,0 |
| | Ago. | 0,0 | 21,7 | 65,7 | 196,8 |
| | Set. | 0,0 | 24,4 | 64,0 | 146,9 |
| | Out. | 90,6 | 23,3 | 78,0 | 127,0 |
| | Nov. | 78,4 | 26,9 | 76,6 | 173,5 |
| | Dez. | 92,7 | 30,3 | 72,2 | 200,9 |
| 1965 | Jan. | 282,0 | 24,5 | 79,5 | 122,1 |
| | Fev. | 226,2 | 25,7 | 79,4 | 125,5 |
| | Mar. | 101,1 | 24,3 | 80,0 | 167,3 |
| | Abr. | 131,1 | 23,8 | 77,3 | 208,0 |
| | Mai. | 70,9 | 22,8 | 83,4 | 193,3 |
| | Jun. | 0,0 | 22,0 | 77,1 | 193,3 |
| | Jul. | 36,3 | 20,7 | 77,0 | 157,7 |
| | Ago. | 60,3 | 22,7 | 70,0 | 233,3 |
| | Set. | 37,3 | 23,7 | 72,9 | 177,1 |
| | Out. | 162,6 | 23,5 | 74,9 | 148,9 |
| | Nov. | 154,7 | 24,7 | 76,6 | 165,7 |
| | Dez. | 182,5 | 27,0 | 74,4 | 193,1 |
| 1966 | Jan. | 348,8 | 27,0 | 75,5 | 206,9 |
| | Fev. | 152,5 | 28,3 | 66,1 | 252,3 |
| | Mar. | 349,0 | 26,1 | 74,0 | 201,9 |
| | Abr. | 89,3 | 23,9 | 79,5 | 175,9 |
| | Mai. | 82,0 | 22,3 | 77,1 | 184,0 |
| | Jun. | 12,6 | 22,1 | 70,0 | 222,1 |
| | Jul. | 22,3 | 22,0 | 70,2 | 194,2 |
| | Ago. | 72,8 | 21,0 | 74,6 | 171,2 |
| | Set. | 26,1 | 21,5 | 72,4 | 178,2 |

QUADRO 3. (Continuação)

| Out. | 145,6 | 23,1 | 78,3 | 147,9 | |
|------|-------|-------|------|-------|-------|
| Nov. | 271,3 | 23,8 | 79,1 | 156,5 | |
| Dez. | 275,5 | 22,6 | 76,1 | 183,6 | |
| 1967 | Jan. | 426,0 | 26,3 | 78,4 | 166,0 |
| | Fev. | 252,7 | 27,4 | 75,7 | 214,0 |
| | Mar. | 378,6 | 25,5 | 80,8 | 165,6 |
| | Abr. | 52,8 | 24,3 | 77,6 | 216,0 |
| | Mai. | 2,0 | 23,3 | 72,4 | 226,5 |
| | Jun. | 25,5 | 22,1 | 72,5 | 173,1 |
| | Jul. | 57,6 | 20,7 | 73,0 | 200,8 |
| | Ago. | 11,6 | 23,1 | 68,5 | 219,4 |
| | Set. | 40,7 | 22,3 | 73,2 | 154,7 |
| | Out. | 73,2 | 24,8 | 71,0 | 190,5 |
| | Nov. | 169,9 | 23,8 | 76,2 | 143,7 |
| | Dez. | 183,1 | 23,9 | 80,2 | 130,1 |
| 1968 | Jan. | 140,9 | 25,9 | 72,0 | 211,3 |
| | Fev. | 156,8 | 24,8 | 75,4 | 178,0 |
| | Mar. | 93,4 | 25,6 | 76,4 | 234,7 |
| | Abr. | 112,2 | 22,0 | 77,5 | 160,0 |
| | Mai. | 16,1 | 19,7 | 72,0 | 219,7 |
| | Jun. | 34,8 | 19,9 | 73,1 | 207,5 |
| | Jul. | 23,3 | 18,8 | 72,5 | 214,9 |
| | Ago. | 40,2 | 19,1 | 71,6 | 203,4 |
| | Set. | 64,7 | 20,4 | 71,5 | 176,7 |
| | Out. | 84,0 | 21,2 | 78,6 | 138,9 |
| | Nov. | 64,6 | 23,4 | 73,1 | 167,8 |
| | Dez. | 208,0 | 25,5 | 70,3 | 225,9 |
| 1969 | Jan. | 215,5 | 26,7 | 72,6 | 219,8 |
| | Fev. | 73,6 | 26,8 | 76,5 | 171,8 |
| | Mar. | 166,7 | 25,3 | 77,8 | 203,7 |
| | Abr. | 192,5 | 23,0 | 76,1 | 190,8 |
| | Mai. | 31,5 | 21,4 | 75,6 | 205,4 |
| | Jun. | 61,7 | 20,8 | 75,2 | 204,8 |
| | Jul. | 7,9 | 19,9 | 74,2 | 207,6 |
| | Ago. | 68,5 | 20,8 | 73,7 | 190,6 |
| | Set. | 43,0 | 22,4 | 74,1 | 136,8 |
| | Out. | 108,5 | 21,2 | 82,1 | 63,3 |
| | Nov. | 199,6 | 24,2 | 80,6 | 110,7 |
| | Dez. | 188,4 | 23,4 | 76,5 | 145,4 |
| 1970 | Jan. | 126,4 | 25,6 | 75,5 | 199,4 |
| | Fev. | 116,4 | 26,4 | 72,8 | 148,5 |
| | Mar. | 154,1 | 25,8 | 72,4 | 222,7 |
| | Abr. | 36,5 | 23,4 | 76,1 | 222,2 |
| | Mai. | 18,1 | 22,8 | 73,5 | 225,1 |
| | Jun. | 29,3 | 22,0 | 72,3 | 194,3 |
| | Jul. | 60,6 | 19,8 | 74,8 | 189,8 |
| | Ago. | 99,1 | 20,2 | 69,8 | 217,6 |
| | Set. | 38,3 | 21,1 | 79,4 | 163,5 |
| | Out. | 105,2 | 21,7 | 80,6 | 107,3 |
| | Nov. | 162,9 | 22,0 | 78,0 | 135,5 |
| | Dez. | 103,0 | 26,5 | 73,7 | 256,9 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados separadamente para os quatro primeiros anos (1960/61 a 1963/64), referentes à variedade Piralima, e para os de 1965/66 a 1970/71, em que era observada a variedade Lima.

Com os dados do primeiro experimento foram realizadas análises estatísticas individuais de cada ano, estando as produções obtidas em número de frutos por

árvore da variedade Piralima e as respectivas análises, nos Quadros 4 e 5; neste último Quadro encontra-se também o resultado da análise conjunta dos quatro anos, da referida variedade. Pode-se notar que só houve significância para as duas dotações de água empregadas no ano agrícola 1961/62, sendo constatada como melhor a dotação mínima, isto é, 25 mm mensais, que se distinguiu das demais, pois forneceu em média 109 frutos por árvore contra 37 da testemunha e 98 da dotação básica. Quanto ao número de frutos nos quatro anos, a mesma análise conjunta indicou pelo primeiro contraste a não distinção entre as dotações mínima e básica, mas por outros contrastes, com a aplicação do teste de Tukey, pôde ser distinguida a dotação básica como a melhor, com uma produção média de 108 frutos. A mínima produziu 94 e a testemunha, 71 frutos, independentemente do efeito de anos (Quadros 4 e 5).

anos, foi cerca de cinco vezes maior que o rendimento alcançado nas não irrigadas.

Observando-se o Quadro 5, verifica-se que houve um efeito altamente significativo para anos, informando que o ano agrícola 1960/61 foi o que maior número de frutos produziu, com média de 145 por árvore, isto independentemente de irrigação. A explicação para este resultado reside provavelmente no maior índice de precipitação pluvial registrado durante o inverno do citado ano comparativamente com aqueles observados no mesmo período dos anos subsequentes (Quadro 3 e 4). Por outro lado, verifica-se ainda que a interação irrigação x anos não foi significativa, o que permite informar que a variação nos resultados das dotações de água nos vários anos foi mero acaso.

Ainda com relação a esta fase da investigação, há que se divulgar a ocorrência de uma antecipação do

QUADRO 4. Produção média alcançada nos três tratamentos, com a variedade de laranja Piralima, com dados da irrigação suplementar e do regime de chuvas observado, da junho a setembro, nos quatro anos de experimentação

| Ano agrícola | Tratamento A (dotação básica) | | Tratamento B (dotação mínima) | | Tratamento C (testemunha) | | Médias anuais da produção (fr./árv.) | Chuva registrada no período de 18 jun. a 30 set. (mm) |
|--------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|---|
| | Irrigação (mm) | Produção (fr./árv.) | Irrigação (mm) | Produção (fr./árv.) | Irrigação | Produção (fr./árv.) | | |
| 1960/61 | 150 | 173 | 75 | 134 | — | 128 | 154 | 188,1 |
| 1961/62 | 175 | 98 | 87,5 | 109 | — | 37 | 81 | 97,5 |
| 1962/63 | 150 | 139 | 75 | 111 | — | 95 | 115 | 153,8 |
| 1963/64 | 150 | 24 | 75 | 21 | — | 23 | 23 | 30,5 |
| Médias | | 108 | | 94 | | 71 | | |

* Dados fornecidos pelo Setor de Climatologia Agrícola do IPEACS. A normal de 30 anos, para o período, conforme dados do Quadro 2, é de 153 mm.

QUADRO 5. Quadrados médios ou variâncias e suas significâncias nos quatro anos referentes às pesquisas com a variedade Piralima *

| Fontes de variação | 1960/61 | 1961/62 | 1962/63 | 1963/64 | Análise conjunta dos 4 anos |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|
| Irrigação | 1,98 | 58,50** | 6,36 | 0,42 | 42,93** |
| Erro (a) | 16,02 | 5,04 | 6,80 | 6,03 | 7,44 |
| Anos | | | | | 291,90** |
| Irrig. x anos | | | | | 11,54 |
| Erro (b) | | | | | 6,93 |
| C.V. (%) | 36 | 27 | 25 | 57 | a=15 e b=19 |
| D.M.S. (Tukey) 1% | | 0,32 | | | 1,98 e 1,95 |

* As análises foram realizadas com os dados transformados em $\sqrt{x+1}$ e referem-se a número de frutos.

As baixas produções fornecidas por esta variedade nessa investigação foram atribuídas aos seguintes fatores: árvores mal formadas, baixa fertilidade e más condições físicas do solo.

De qualquer forma, para a referida variedade, os resultados alcançados nos quatro anos de experimentação confirmaram o que disse Montenegro (1958) para as condições ecológicas do Estado de São Paulo, isto é, que a irrigação suplementar é capaz de propiciar acréscimos de produção nos pomares de citrus. Melhores resultados foram posteriormente divulgados por Rodrigues (1967), que relatou experimentos de irrigação por aspersão efetuados na Estação Experimental de Limreira, São Paulo, em que a produção das parcelas irrigadas, de laranja Baianinha nucelar enxertada em limão Cravo, foi quase o dobro da das não irrigadas, nos anos de 1965 e 1966. Nas plantas enxertadas em laranja Cai-pira, a produção das parcelas irrigadas, nesses mesmos

início da floração de aproximadamente 40 dias, durante o ano agrícola 1963/64, em todas as árvores irrigadas, antecipação esta documentada pela Fig. 2, onde se pode observar a expressiva variação de tamanho dos frutos colhidos num mesmo dia, em árvores irrigadas e não irrigadas. Este fato parece que pode ser atribuído ao pequeno índice de precipitação observado ao longo do inverno do referido ano agrícola, apenas 30,5 mm (Quadro 4), por sinal, o menor entre os registrados para o período, nos dez anos de experimentação (Quadro 3). Tal antecipação também foi observada por Koo e Mc Corhack (1965), que observando o comportamento da tangerina Dancy, com irrigação associada a dois níveis de adubação potássica e nitrogenada, verificaram acréscimos de produção nas árvores irrigadas bem como diminuição dos teores de acidez e de sólidos solúveis totais. Em certos anos observaram, também, aumento substancial na percentagem de suco e antecipação da matura-

ção dos frutos. Acredita-se que se essa antecipação ocorresse com frequência, na região, o que lamentavelmente não foi observado, a prática irrigatória seria recomendável, pois, embora não tenha propiciado grandes acréscimos de produção, uma colheita realizada com 40 dias de antecedência, poderia, por certo, proporcionar aos citricultores melhores cotações para suas frutas no mercado.

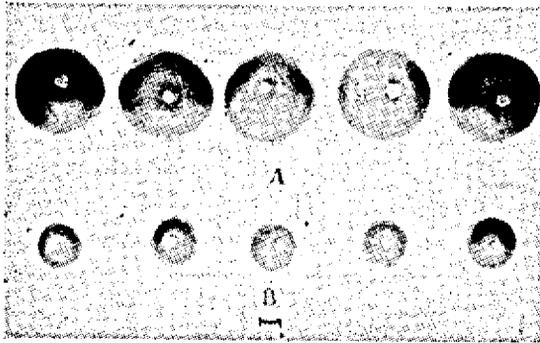


FIG. 2. A expressiva variação de tamanho dos frutos colhidos no mesmo dia em árvores irrigadas (A) e não irrigadas (B) quando o início da floração foi antecipado de aproximadamente 40 dias, resultado verificado no ano agrícola 1963/64 com a variedade Piralima.

explicação para esse acréscimo de produção observado no ano agrícola 1965/66, uma vez que o regime de chuvas foi praticamente idêntico nos dois anos (134,1 e 133,8 mm) e, teoricamente, dever-se-iam esperar melhores rendimentos exatamente no ano agrícola 1966/67, pois, neste ano as necessidades hídricas da cultura durante o inverno (275 mm) foram plenamente atendidas, com ainda um ligeiro *superavit*, pela dotação básica de rega + chuvas (150 + 133,8 mm = 283,8 mm), enquanto que no anterior, um *deficit* de 41 mm pode ser apontado, já que chuva + irrigação somaram apenas 234 mm (Quadro 6):

As análises isoladas dos anos 1967/68 e 1968/69, em que os tratamentos receberam adubação uniforme, só mostrou significância a 5% de probabilidade para o ano 1967/68, indicando a dotação básica em primeiro lugar com um aumento de 136 frutos por árvore relativamente à testemunha. Contudo, a análise conjunta desses dois anos não revelou significância entre dotações e anos. De outro lado, este aumento isolado de produção, de menos de uma caixa de frutos por árvore, pode ser julgado desprezível em face dos custos da irrigação e dos adubos.

Em seguida foi efetuada uma análise conjunta dos quatro anos citados e nessa análise foi verificada significância entre anos não adubados, o que informa ter sido o ano 1965/66 superior, inexplicavelmente, a 1966/67 (Quadros 6 e 7).

QUADRO 6. Produção média alcançada nos três tratamentos, com a variedade de laranja Lima, com dados da irrigação suplementar aplicada e do regime de chuvas observado, de junho a setembro, nos seis anos de experimentação

| Ano agrícola | Tratamento A (dotação básica) | | Tratamento B (dotação mínima) | | Tratamento C (testemunha) | | Médias anuais da produção (fr./árv.) | Chuva registrada no período de 18 jun. a 30 set. (mm) |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|---|
| | Irrigação (mm) | Produção (fr./árv.) | Irrigação (mm) | Produção (fr./árv.) | Irrigação | Produção (fr./árv.) | | |
| 1965/66 | 100,0 | 898 | 50,0 | 681 | — | 759 | 779 | 134,1 |
| 1966/67 | 150,0 | 232 | 75,0 | 344 | — | 349 | 308 | 133,8 |
| 1967/68 ^b | 175,0 | 652 | 87,5 | 431 | — | 516 | 533 | 141,4 |
| 1968/69 ^b | 325,0 | 540 | 162,5 | 635 | — | 543 | 573 | 163,0 |
| 1969/70 ^c | 260,0 | DS 746 DD 936 | 125,0 | DS 768 DD 790 | — | DS 699 DD 932 | 811 | 181,1 |
| 1970/71 ^d | 300,0 | DD 395 DQ 719 | 150,0 | DD 576 DQ 561 | — | DD 387 DQ 387 | 504 | 217,5 |

^a Dados fornecidos pelo Setor de Climatologia Agrícola do IPEACS. A normal de 30 anos, para o período, conforme dados do Quadro 2, é de 153 mm.

^b Adubação completa (NPK-8-4-8), uniforme em todos os tratamentos (2 kg/árvore).

^c Adubação completa (NPK-8-4-8), DS = dose simples (2 kg/árvore), DD = dose dupla (4 kg/árvore).

^d Adubação completa (NPK-8-4-8), em dose dupla e em dose quádrupla (DQ = 8 kg/árvore).

O segundo experimento teve início no ano agrícola 1965/66 com a variedade Lima; as produções alcançadas figuram no Quadro 6 e os resultados das análises estatísticas no Quadro 7.

Para os dois primeiros anos, não adubados, as análises não revelaram diferenças significativas entre as dotações de água empregadas. Em 1965/66, a diferença da dotação básica para a testemunha foi de 139 frutos, e desta para a mínima, 78 frutos. Em 1966/67, foi a testemunha que forneceu maior número de frutos, 349, contra 232 da dotação básica e 344 da mínima. A análise conjunta desses dois anos que não receberam adubação mostrou significância apenas entre anos, indicando que em 1965/66 o aumento do número de frutos relativamente a 1966/67 foi de 471. Não foi encontrada

quantos à significância observada para a interação irrigação x anos não adubados, a informação é que, de 1965/66 para 1966/67, a diminuição do número de frutos foi, na dotação básica de rega, de 666, na dotação mínima, de 337, e na testemunha, de 410. A significância da interação irrigação x anos adubados é explicada pelo comportamento da dotação mínima, que em 1967/68 produziu menos que em 1968/69, ao contrário da dotação básica e da testemunha, cuja variação de produção nos dois anos foi mero acaso (Quadro 6).

No ano 1969/70, como já foi dito, das dez repetições, cinco foram adubadas com dose simples e cinco com dose dupla da mesma formulação 8-4-8 (NPK), e no ano seguinte, tais doses foram reduplicadas. No Quadro 6 observa-se que a produção no ano agrícola 1969/70

QUADRO 7. Quadrados médios ou variâncias e suas significâncias nos seis anos referentes às pesquisas com a variedade Lima*

| Fontes de variação | Anos não adubados | | Conjunta de anos não adubados | Anos com adubação uniforme | | Conjunta de anos com adubação uniforme | Conjunta de anos não adubados + anos com adubação uniforme | Anos com adubação em dois níveis | |
|-------------------------------|-------------------|---------|-------------------------------|----------------------------|---------|--|--|----------------------------------|---------|
| | 1965/66 | 1968/67 | | 1967/68 | 1968/69 | | | 1969/70 | 1970/71 |
| Irrigação | 43,64 | 33,31 | 5,67 | 60,86* | 15,84 | 14,57 | 10,44 | 3,53 | 47,74 |
| Erro (a) | 34,53 | 23,59 | 37,35 | 18,07 | 17,89 | 18,95 | 43,76 | 24,56 | 16,21 |
| Abundância | | | | | | | 36,68 | 40,58 | 36,12 |
| Anos x adubação | | | | | | | | | |
| Entre anos não adubados | | | 1.631,46** | | | | 1.631,46** | | |
| Entre anos adubados | | | | | | 12,60 | 12,60 | | |
| Irrig. dentro de anos n/adub. | | | | | | | 5,67 | | |
| Irrig. dentro de anos adub. | | | | | | | 14,57 | | |
| Irrig. x anos n/adub. | | | 71,28 | | | | 71,28* | | |
| Irrig. x anos adubados | | | | | | 62,14 | 62,14 | | |
| Irrig. x adubação | | | | | | | | 9,82 | 41,80 |
| Erro (b) | | | 24,47 | | | 17,00 | 18,20 | | |
| C.V. (%) | 22 | 29 | a=20 e b=22 | 19 | 18 | a=13 e b=18 | a=15 e b=19 | 18 | 18 |
| D.M.S. (Tukey) | | | | | 4,68 | | | | |

* As análises foram realizadas com os dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

foi superior em 307 frutos à de 1970/71. A análise efetuada (Quadro 7) não revelou diferença significativa para dotações de rega nem tampouco para níveis de adubações. Esta constatação foi, sem dúvida, uma grande surpresa, pois esperavam-se aumentos expressivos de produção, principalmente por se tratar de um pomar instalado em solo comprovadamente de baixa fertilidade. Contudo, tais resultados não são inéditos. Koo e Hurner (1970), em solo pobre e arenoso, também observam que a variedade de laranja Pineapple, submetida a três diferentes níveis de umidade do solo e dois níveis de fertilidade, indicou que o crescimento das árvores e a produção foram influenciados pela irrigação e não pelos tratamentos com fertilizantes, e, por outro lado, que a qualidade dos frutos foi afetada pela adubação e não pelos diferentes níveis de umidade propiciados ao solo pela prática irrigatória.

Observando-se o regime de chuvas e as dotações de água empregadas no experimento com a variedade de laranja Lima (Quadro 6), pode-se ter a impressão de que não se levou em conta o referido fenômeno meteorológico quando da incorporação artificial de água ao solo, principalmente nos anos de 1968/69 e 1970/71, pois verifica-se que, exatamente durante as estações invernosas desses dois anos, quando se registraram os maiores índices de chuvas, é que foram empregadas do-

tações de água mais elevadas. Tais fatos, aparentemente paradoxais, foram devidos, de um lado, às diversas coincidências observadas de ocorrências de chuvas, não previstas, logo após a realização das regas, ultrapassando, em demasia, as necessidades brutas de irrigação programadas, e de outro, por se ter majorado nesses anos as dotações, majoração esta cujas razões já foram explicadas.

Os resultados da análise pomológica acham-se nos Quadros 8 e 9. Pode-se notar que não houve diferença significativa entre as dotações de rega usadas relativamente à testemunha, em nenhum dos objetivos estudados. Esta não significância, até certo ponto, foi surpreendente, pois esperavam-se efeitos sensíveis da irrigação e da adubação, pelo menos sobre as dimensões dos frutos, espessura da casca e percentagem de suco, já que quase toda a literatura consultada (Montenegro 1958, Hume 1952, Sites *et al.* 1951, Ziegler 1955, Koo & Mc Corhack 1965 e Koo & Hurner 1970) assinala expressivas interferências, ora da irrigação, ora da adubação, sobre a qualidade dos frutos para diversas variedades de laranjas, tangerinas e "grapefruits". A não observância de efeitos significativos da irrigação parece que se pode atribuir ao razoável regime de chuvas durante todo o ano agrícola de 1969/70, conforme se pode constatar no Quadro 3.

QUADRO 8. Resultados da análise pomológica, obtidos da variedade Lima no ano de 1969/70

| Tratamentos | Espessura média da casca (mm) | Altura média do fruto (mm) | Diâmetro médio do fruto (mm) | Peso médio do fruto (g) | Peso médio do suco (g) | Graus Brix a 20°C | Acidez média | Proporção média do suco (%) | Acidez (%) | Sólidos solúveis totais (%) | Relação acidez/sólidos solúveis totais |
|----------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|--|
| Dotação básica | 4,17 | 66,40 | 65,17 | 144,61 | 58,91 | 10,90 | 4,21 | 40,67 | 0,094 | 11,31 | 0,084 |
| Dotação mínima | 4,20 | 65,74 | 65,04 | 144,90 | 60,70 | 10,49 | 3,91 | 42,50 | 0,089 | 11,13 | 0,081 |
| Testemunha | 3,86 | 64,78 | 63,88 | 139,80 | 58,35 | 10,94 | 3,75 | 40,98 | 0,084 | 11,51 | 0,074 |

QUADRO 9. Resultados (quadrados médios) das análises estatísticas nos vários objetivos pesquisados, referentes à parte pomológica da variedade Lima no ano 1969/70

| Fontes de variação | Espessura média da casca (mm) | Altura média do fruto (mm) | Diâmetro médio do fruto (mm) | Peso médio do fruto (g) | Peso médio do suco (g) | Graus Brix a 20°C | Acidez média | Proporção média do suco (%) | Acidez (%) | Sólidos solúveis totais % | Relação acidez/sólidos totais |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------|
| Irrigação | 0,3521 | 6,34 | 4,92 | 80,90 | 14,07 | 0,61 | 0,52 | 0,16 | 0,0200 | 0,3064 | 0,000237 |
| Adubação | 0,0408 | 0,73 | 3,57 | 102,74 | 55,83 | 0,45 | 0,18 | 9,18 | 0,0074 | 0,6480 | 0,000370 |
| Irrig. x Adub. | 0,0586 | 4,90 | 9,94 | 476,02 | 77,00 | 0,52 | 0,02 | 2,99 | 0,0027 | 0,6023 | 0,000080 |
| Erro | 0,1650 | 6,80 | 6,46 | 287,28 | 69,80 | 0,16 | 0,34 | 4,49 | 0,0054 | 0,5043 | 0,000166 |
| C.V. (%) | 9,8 | 4 | 3,9 | 11,8 | 14 | 3,7 | 14,7 | 5,3 | 4,3 | 3,6 | 1,6 |

CONCLUSÕES

Do exposto, nas condições em que foram realizados os experimentos, pode-se concluir que:

1) a prática irrigatória exerceu influência significativa sobre o comportamento da variedade de laranja Piralima, tendo se destacado como melhor, relativamente à testemunha, a dotação de 50 mm mensais, propiciando um acréscimo médio, nos quatro anos, de 37 frutos por árvore, sem emprego de adubação;

2) quando o índice de precipitação pluvial durante o inverno totalizou apenas 30 mm, como aconteceu no ano agrícola 1963/64, a irrigação antecipou o início da floração da variedade Piralima de, aproximadamente, 40 dias; todavia, tal fato foi julgado de pouco interesse, visto que não só as chuvas normais de 30 anos, na região, para a citada estação, atingem a 153 mm, como também, tal antecipação só foi registrada uma vez no espaço de 10 anos;

3) com relação à variedade de laranja Lima, constatou-se falta de significância entre as dotações de rega usadas nos dois anos em que o experimento não foi adubado, apesar de, num deles, a dotação básica ter fornecido um aumento de 139 frutos relativamente à testemunha, e esta, 78 frutos mais que a dotação mínima; já nos dois anos seguintes, em que uma adubação uniforme foi associada à irrigação, verificou-se que a melhor dotação foi a de 50 mm mensais, com um acréscimo de 136 frutos em relação à testemunha em um deles, resultado significativo;

4) finalmente, foi observada falta de reação às adubações em doses duplas e quádruplas da mesma formulação, efetuadas nos dois anos seguintes, bem como às diferentes dotações de água empregadas, na produção de frutos e nos vários objetivos pesquisados na análise pomológica realizada no ano agrícola 1969/70.

ACRADECIMENTOS

Os autores agradecem penhoradamente às equipes de campo e de laboratório dos Setores de Engenharia Rural e de Horticultura do IPEACS, pela inestimável colaboração prestada durante a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- Barreto, G.B. 1966. Irrigação, princípios, métodos e práticas. Inst. Agron. Campinas, S. Paulo, p. 41 e 143-153.
- Beckett, S.H., Blaney, H.F. & Taylor, C.A. 1930. Irrigation water requirement studies of citrus and avocado trees in San Diego Country, California, 1926 and 1927. Calif. Agric. Exp. Stn Bull. 489, p. 329. (Citado por Roe 1950)
- Blaney, H.F. & Criddle, W.D. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. U.S. Soil Cons. Serv. Tech. Publ. 96. 48 p.
- Hume, C.B. 1952. Cultura das plantas cítricas. Tradução de Julião Oschery. Sér. Didática n.º 12, Serv. Inf. Agric. Min. Agric., Rio de Janeiro.
- Koo, R.C.J. & Mac Corhack, A.A. 1965. Effects of irrigation and fertilization on production and quality of "Dancy tangerines". Proc. Flo. St. Hort. Soc. 78:10-15. (Reprint)
- Koo, R.C.J. 1958. Evapotranspiration and soil moisture determination as guides to citrus irrigation. Ann. Rep. Flo. Agric. Exp. Stn, p. 232.
- Koo, R.C.J. & Hurner, G.T. 1970. Irrigation requirements of citrus grown on Lakewood fine sand. Proc. Flo. St. Hort. Soc. 82:66-72.
- Mendes, W., Lemos, P.O.C., Lemos, R.C., Carvalho, O.L.G. & Rosenburg, R.J. 1954. Contribuição ao mapeamento, em séries, dos solos do Município de Itaguaí. Bolm 12, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Min. Agric., Rio de Janeiro, p. 10-19.
- Montenegro, H.W.S. 1958. Irrigação de pomares cítricos. Curso Avançado de Citricultura, Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba, S. Paulo, p. 190-114.
- Passos, O.S. & Cunha Sobrinho, A.P. 1970. Irrigação em citrus. II Enc. Nac. Citricultura, Inst. Pesq. Exp. Agropec. Leste, Cruz das Almas, Bahia. 6 p. (Mimeo.)
- Rodrigues, O. 1967. Fatores que influem na produção dos citrus. Cruz das Almas, Bahia. 5 p. (Citado por Passos & Cunha Sobrinho 1970)
- Roe, H.B. 1950. Moisture requirements in agriculture (Farm irrigation). McGraw-Hill Book Co., New York, p. 194-196, 327-331.
- Sites, J.W., Herman, J.R. & Deszyck, M.S. 1951. Some results of irrigation research with Florida citrus. Proc. Flo. St. Hort. Soc. 80:79-85.
- Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. 1955. The water balance. Publ. in Climatology, Vol. 8. Drexel Inst. Technology, New Jersey.
- United States Weather Bureau 1905. Table of sunshine, sunset and twilight. U.S. Naval Observatory, Bull. 805.
- Ziegler, L.W. 1955. Irrigation studies with Marsh grapefruit on Lake land fine sand in central Florida. Proc. Flo. St. Hort. Soc. 68:39-41.

ABSTRACT.- Duarte, E.F.; Vasconcellos, H.de O.; Britto, D.P.P.de S.; Amaral N.R. do [*Citrus irrigation experiments in the Baixada Fluminense, Brazil. I. Irrigation effects on piralima and lima oranges*]. Experiências de irrigação em citrus, na Baixada Fluminense. I. Efeitos da irrigação sobre pomares de laranjas piralima e lima. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1974) 9, 11-21 [Pt, en] IPEACS, Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26, Brazil.

Irrigation experiments were conducted beginning in the 1960/61 season in Piralima and Lima sweet orange orchards cultivated on Red Yellow Podzolic Soils of the Itaguaí series, situated in the "Baixada Fluminense". The effects of irrigation practices were studied during winter time. The water supplementation to the soil varied from 50 mm to 325 mm for each irrigation season.

After four years of investigation with the Piralima variety (1960/61 to 1963/64), and six years with the Lima variety (1965/66 to 1970/71), it was observed that the irrigation at the 50 mm monthly level was the one that presented the best results for the first variety, resulting in an average increase of 37 fruits per tree during four years.

Concerning the Lima sweet orange, without chemical fertilization and irrigated at the different water levels, there were no significant differences in the 1965/66 and 1966/67 seasons. However in the 1965/66 season, irrigation at the 50 mm water level resulted in an increase of 139 fruits over the controle and 78 fruits over the, 25 mm monthly water supplementation.

In the 1967/68 and 1968/69 seasons the association of a uniform chemical fertilization (NPK 8-4-8) of 2 kg per tree at the monthly level of 50 mm resulted in a significant increase of 136 fruits over the controle, for the agricultural year of 1967/68.

There was no reaction to the double and quadruple chemical fertilization concerning fruit production and its pomological qualities, and no correlation between the different water levels in the 1969/70 and 1970/71 seasons.

Additional index words: Agricultural engineering; effects of fertilization x supplementary irrigation; pomologic analysis.