

RELAÇÕES ENTRE A PRODUÇÃO DE LARANJEIRA 'HAMLIN' E AS PRECIPITAÇÕES MENSIS NO ALTIPLANO DE BOTUCATU¹

ANTÔNIO TUBELIS² e ARY APPARECIDO SALIBE³

RESUMO - O trabalho estabelece relações empíricas entre a produção de um pomar de laranja 'Hamlin' e as precipitações que antecederam a colheita. As plantas, enxertadas em porta-enxerto, de limoeiro 'Cravo', estavam plantadas em solo "Terra Roxa Estruturada", a 810 m de altitude. O clima do local do ensaio é do tipo Cwb - clima quente com inverno seco e verão brando - segundo a classificação de Köppen. O pomar foi conduzido de forma convencional e sem irrigação. A produção apresentou quebras de 54% e 77% e recuperação de 135% e 363%. A produção da cultura mostrou-se correlacionada com a idade do pomar e com as precipitações que ocorreram nos 16 meses que antecederam a colheita. Foram calculadas equações de regressão envolvendo um ou mais valores de precipitação. A equação que apresentou o maior coeficiente de correlação foi: $HA/CR = 123,0 + 9,12 I - 1,127 P_9 + 0,495 P_2 - 0,194 P_1 - 0,105 P_{15}$ - onde; HA/CR = produção da laranja (kg/pés); I = idade do pomar (anos); P_1, P_2, P_9 e P_{15} = totais de precipitação que ocorreram, respectivamente, nos meses de janeiro, fevereiro e setembro do ano anterior à colheita e março do ano da colheita. São apresentadas 12 outras equações que poderiam ser usadas na previsão de safra da cultura.

Termos para indexação: *Citrus sinensis*, clima, produção.

RELATIONSHIPS BETWEEN PRODUCTION OF 'HAMLIN' ORANGE TREES AND THE MONTHLY RAINFALLS AT THE PLATEAU OF BOTUCATU, BRAZIL

ABSTRACT - This paper deals with the existence of empirical relationships between the production of 'Hamlin' sweet orange orchard, planted at the plateau of Botucatu, with rainfalls that occurred before the picking season. The plants of sweet orange were budded on 'Rangpur' lime rootstock, planted on "Terra Roxa Estruturada" soil, at an altitude of 810 m above sea level. The climate of the experimental area is Cwb - warm climate with dry winter and mild Summer - according with the Köppen classification. The orchard was conducted by conventional ways and no irrigation was applied. The behaviour of the production and its variations were analysed. It was noted that the production of the crop was correlated with the age of the orchards and with totals of rainfall that occurred in the sixteen months before the picking season. The production was correlated with the rainfall of one or more months of such period. The relationship that showed highest correlation coefficient was: $HA/CR = 123,0 + 9,12 I - 1,127 P_9 + 0,495 P_2 - 0,194 P_1 - 0,105 P_{15}$ where: HA/CR = production of orange expressed in kg/plant; I = orchard age, expressed in years; P_1, P_2, P_9 and P_{15} = totals of rainfall that occurred respectively, in the months of January, February and September of the year before the picking and in the month of march of the year of picking. There are presented twelve other equations that could be used to forecast the yield of the crop.

Index terms: *Citrus sinensis*, climate, production.

INTRODUÇÃO

O cultivo de citros não irrigados apresenta grandes variações de produção de ano para ano. Embora estas oscilações sejam atribuídas às flutuações climáticas, ainda não são conhecidas as relações de causa e efeito entre o clima e a produtividade da cultura para as condições tropicais úmidas.

As plantas cítricas apresentam melhor desenvolvimento vegetativo entre os limites de 25°C e 31°C. Acima de 39°C e abaixo de 13°C esse desenvolvimento cessa, segundo Reuther (1975). Precipitação anual entre 900 mm e 1.500 mm é considerada favorável ao bom desenvolvimento da cultura, segundo Reuther (1975).

Análises sobre o comportamento das plantas cítricas nas condições tropicais úmidas do estado de São Paulo indicaram que são favoráveis à cultura da laranja as regiões que apresentam temperatura média anual superior a 17°C e deficiência hídrica anual entre 0 mm e 60 mm. (São Paulo 1974).

Gallo et al. (1977) estudaram o comportamento da produção anual de laranja 'Baianinha' em comparação com o balanço hídrico anual calculado se-

¹ Aceito para publicação em 18 de fevereiro de 1988. Trabalho desenvolvido com auxílio financeiro da FAPESP/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

² Eng. - Agr., M.Sc., Dr., Prof. - Titular em Climatol., Fac. de Ciências Agron., Caixa Postal 237, CEP 18600 Botucatu, SP.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Dr., Prof. - Titular em Fruticult., Fac. de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP.

gundo o método de Thornthwaite & Mather (1955). Verificaram que as deficiências hídricas anuais elevadas não correspondiam a produções reduzidas nos anos seguintes, e que excedentes hídricos elevados não trouxeram aumentos consistentes de produção nos respectivos anos agrícolas. Estes resultados foram obtidos em Cordeirópolis, SP, onde o tipo climático é Cwa, segundo a classificação de Köppen.

O presente trabalho estabelece relações empíricas entre a produção de laranja e as precipitações mensais nas condições edáficas do altiplano de Botucatu.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados de produção de laranja

Os dados da produção de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) foram obtidos por Salibe (1974), em experimento realizado para estudar o efeito de porta-enxerto e de localidade sobre o vigor e a produção das laranjeiras. Tal estudo foi conduzido na fazenda Lageado, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP -, em Botucatu, estado de São Paulo. Os valores de produção obtidos são da variedade 'Hamlin' sobre porta-enxerto de limoeiro, variedade 'Cravo' e estão expressos em quilogramas por planta (kg/pl). O espaçamento de plantio do pomar foi de 7,0 m por 7,0 m. No presente trabalho foram usados os dados de produção do 7º ano ao 17º ano de idade do pomar.

Dados meteorológicos

A chuva e a temperatura do ar foram medidas em posto climatológico existente na fazenda Lageado. As coordenadas geográficas do posto são: latitude 22°52'47"S, longitude 48°25'12"W, Grw. e altitude de 810 m (Tubelis & Salibe 1988). O posto climatológico dista 300 m do local do ensaio e ambos apresentam a mesma altitude.

Local de ensaio

O pomar foi instalado em terreno de meia encosta, com exposição leste e declividade de 8%, em solo Terra Roxa Estruturada, álica, textura argilosa, latossólica, de boa fertilidade, profundo e de boa drenagem. Está situado na parte alta e junto à Cuesta de Botucatu, onde predomina o tipo climático Cwb - clima quente com inverno seco, verão chuvoso e brando segundo a classificação climática de Köppen. O local apresenta temperatura média anual de 19,4°C. O mês mais frio é julho, com temperatura média de 16,3°C. O mês mais quente é janeiro, com temperatura média de 21,9°C. A precipitação média anual é de 1.314 mm. O mês mais seco é agosto, com média mensal de 26 mm e o mês mais chuvoso é fevereiro com média de 239 mm.

Condução do pomar

O pomar foi formado a partir de mudas enxertadas, e as borbulhas para a copa foram obtidas de planta nucelar, isenta dos vírus da sorose, exocorte e xiloporose, sendo portadora de uma estirpe de tristeza de virulência média. O porta-enxerto, de natureza nucelar, é tolerante ao vírus da tristeza. O pomar foi plantado em novembro de 1965 e recebeu as adu-

bações de formação recomendadas pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. A partir de 1972 passou a receber a seguinte adubação anual, por planta:

- a) 1,0 kg de sulfato de amônia, em janeiro;
- b) 5,0 kg de calcário dolomítico, em julho-agosto;
- c) 3,5 kg de uma mistura constituída de 2,0 kg de sulfato de amônio, 1,5 kg de superfosfato simples e 1,0 kg de cloreto de potássio em setembro;
- d) 1,0 kg de sulfato de amônio, em novembro.

As plantas nunca sofreram poda, irrigações ou tratamento fitossanitário. A gradeação e capina foram usadas no controle de ervas daninhas.

Análise estatística

A produção, tomada como variável dependente, foi correlacionada com a idade do pomar e com o valor das precipitações dos dezesseis meses anteriores à colheita. A idade do pomar e as precipitações foram tomadas como variáveis independentes. Foram calculadas equações de regressão simples e múltiplas entre as variáveis, sendo, para cada equação de regressão, calculado o respectivo coeficiente de correlação. A estatística "F" de Fischer foi usada para testar a significância dos coeficientes de correlação.

As precipitações ocorridas no ano anterior à colheita foram designadas de P₁, P₂, P₃, ..., P₁₂, correspondendo, respectivamente, aos meses de janeiro, fevereiro, março, ..., dezembro. As precipitações ocorridas no ano da colheita foram designadas de P₁₃, P₁₄, P₁₅ e P₁₆, correspondendo, respectivamente, aos meses de janeiro, fevereiro, março e abril. As produções usadas na análise foram obtidas do 7º ao 17º ano de idade do pomar, correspondendo às safras de 1972 a 1982.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condições edáficas

As condições térmicas e pluviais que ocorreram durante o período de ensaio não diferiram dos valores médios normais que ocorrem em Botucatu. Não ocorreu nenhum ano excessivamente seco ou chuvoso. Também não ocorreu nenhum período extremamente frio ou quente que pudesse comprometer a cultura. A temperatura mínima de relva assumiu valores negativos em dois períodos distintos, em maio e julho de 1975, quando ocorreram, respectivamente, temperaturas de -0,6°C e -1,6°C. Contudo, estas temperaturas não afetaram visivelmente a cultura. Isto se deve ao fato de elas terem ocorrido no interstício entre a colheita e a nova florada.

O cálculo do balanço hídrico no período do ensaio, segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955), revelou déficit hídrico médio de 3 mm, mostrando que houve boa disponibilidade de água no solo para a cultura. A cultura, portanto, se desenvolveu sob condições térmicas e hídricas favoráveis.

Comportamento da cultura

As laranjeiras apresentam várias floradas durante o ano. Contudo, a florada principal, que define a produção, ocorre em agosto-setembro. Este período coincide, normalmente, com o fim do período seco do ano (Tubelis & Nascimento 1971). Em outubro, tem início a estação chuvosa, que se prolonga até março do ano seguinte. Os frutos se desenvolvem durante a estação quente e chuvosa, e em maio, oito meses após a florada, estão em condições de serem colhidos.

Flutuações da produção

A produção da cultura variou de ano para ano, passando por picos de alta nas safras de 1976, 1979 e 1981, e por picos de baixa nas safras de 1977 e 1980. Os picos de baixa produção coincidiram com os observados por Tubelis & Salibe (1988) em laranjeira 'Hamlin' sobre porta-enxerto de laranjeira 'Caipira', no mesmo local do ensaio. Contudo, o mesmo não se deu para os picos de alta produção. Eles somente coincidiram na safra de 1979. Este fato revela que os dois porta-enxertos testados induzem comportamento diferente na produção da copa de laranjeira 'Hamlin'.

A safra de 1977 foi de 161,9 kg/pé menor do que a safra de 1976, que corresponde a uma quebra de produção de 77% em relação à safra de 1976. A safra de 1980 foi de 123,1 kg/pé, menor do que a safra de 1979, que corresponde a uma quebra de produção de 54% em relação à safra de 1979 (Tabela 1). Estas quebras de produção são maiores do que as observadas por Tubelis & Salibe (1988) quando se empregou porta-enxerto de laranjeira 'Caipira', no mesmo local de ensaio.

A safra de 1979 foi de 179,4 kg/pé maior do que a safra de 1977, que corresponde a uma recuperação

de produção de 363% em relação à safra de 1977. A safra de 1981 foi 143,7 kg/pé maior do que a safra de 1980, que corresponde a uma recuperação de produção de 135% em relação à safra de 1980. Estas cifras de recuperação de produção são maiores do que as observadas por Tubelis & Salibe (1988) quando se empregou porta-enxerto de Laranjeira 'Caipira', para o mesmo local de ensaio (Tabela 1).

Os resultados mostram que as safras de laranjeira 'Hamlin', obtidas sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo', apresentaram maiores variações de produção do que as obtidas sobre porta-enxerto de laranjeira 'Caipira', contrariando uma crença comum entre os citricultores. Este fato revela que o porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' é mais sensível às variações edáficas do que o porta-enxerto de laranjeira 'Caipira' (Fig. 1).

Produção x Idade do pomar

Calcularam-se equações de regressão entre a produção das plantas e a idade do pomar. A produção foi representada pela variável "y", e a idade do pomar, pela variável "x".

O coeficiente de correlação entre as duas variáveis não se mostrou estatisticamente significativa para nenhuma das três funções empregadas. As equações obtidas foram capazes de explicar 18,4%, 17,6% e 10,7% da variação de produção observada quando se empregaram, respectivamente, as funções linear, semilogarítmica e bi-logarítmica.

Este resultado difere do obtido por Tubelis & Salibe (1988), para laranjeira 'Hamlin' sobre porta-enxerto de laranjeira 'Caipira'. A diferença entre os resultados se deve ao fato de os porta-enxertos serem diferentes. Quando se usou porta-enxerto de laranjeira 'Caipira', a idade do pomar foi capaz de explicar 61%, 56% e 62% da produção, ao se empregarem, respectivamente, as funções linear, semi-logarítmica e bi-logarítmica.

A discrepância entre os resultados evidencia que a idade do pomar influi com maior intensidade nas produções obtidas sobre porta-enxerto de laranjeira 'Caipira' do que sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo'.

Produção x idade e precipitação

Embora a idade do pomar, por si só, não tenha explicado estatisticamente as variações de produção da laranjeira, ela foi mantida como variável independente nas regressões múltiplas. Admitiu-se que a dependência entre essas variáveis é uma função linear, conforme constatado por Tubelis & Salibe (1988).

TABELA 1. Variação da produção de laranjeira 'Hamlin' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo', entre anos de pico de produção, nas condições edáficas do altiplano de Botucatu.

Ano	Idade do pomar	Produção (kg/pé)	Variação (kg/pé)	Produção (%)
1976	11	211,3	- 161,9	- 77
1977	12	49,4	+ 179,4	+ 363
1979	14	228,8	- 123,1	- 54
1980	15	105,7	+ 143,7	+ 135
1981	16	249,4		

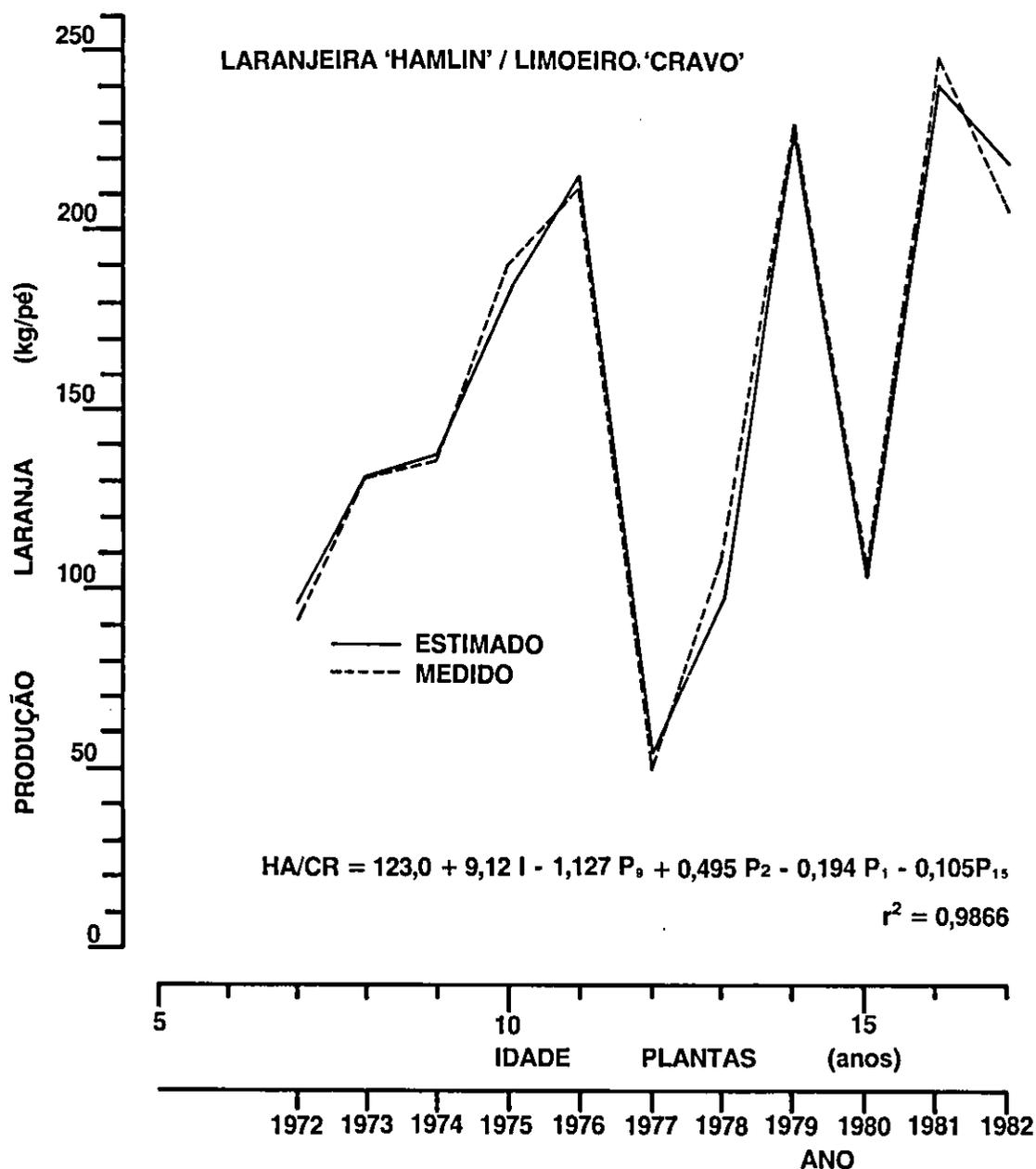


FIG. 1. Comportamento da produção da laranjeira 'Hamlin' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' nas condições edáficas do altiplano de Botucatu.

Calcularam-se equações múltiplas de regressão entre a produção das plantas (Y), a idade do pomar e os totais mensais de precipitação. A idade do pomar e as precipitações foram consideradas como variáveis independentes. As equações que apresentaram os maiores coeficientes de determinação estão conti-

dos na Tabela 2. Nele se verifica que a produção aumentou com a idade do pomar. A precipitação do mês de setembro do ano anterior à colheita mostrou-se inversamente correlacionado com a produção. Os meses de janeiro e junho do ano anterior à colheita e março do ano da colheita apresentaram comporta-

TABELA 2. Coeficientes linear e angular das equações múltiplas de regressão entre a produção da cultura (kg/pé), idade do pomar (anos) e precipitação mensal (mm) e coeficiente de determinação (r²).

Variáveis	Y = a + bX1 + cX2 + dX3 + eX4 + fX5						r ²	Número de equação
	a	b	c	d	e	f		
HA/CR x I e P9	139,14	+ 7,157	- 0,7849				0,709	1
HA/CR x I, P9 e P2	98,07	+ 7,399	- 1,0035	+ 0,3438			0,876	2
HA/CR x I, P9, P2 e P1	94,60	+ 10,105	- 1,1283	+ 0,5146	- 0,2141		0,953	3
HA/CR x I, P9, P2, P1 e P15	123,02	+ 9,118	- 1,1269	+ 0,4949	- 0,1944	- 0,1052	0,987	4
HA/CR x I, P9 e P16	138,62	+ 5,810	- 1,0772	+ 0,5948			0,861	5
HA/CR x I, P9, P16 e P2	103,12	+ 6,417	- 1,1808	+ 0,4195	+ 0,2985		0,920	6
HA/CR x I, P9, P16, P2 e P1	97,13	+ 9,290	- 1,1781	+ 0,1648	+ 0,4697	- 0,1801	0,958	7
HA/CR x I, P9 e P6	182,48	+ 6,095	- 0,8435	+ 0,4060			0,792	8
HA/CR x I, P9, P6 e P15	241,31	+ 4,435	- 0,8774	- 0,5012	0,1805		0,888	9
HA/CR x I, P9, P6, P15 e P14	332,59	+ 2,456	- 0,9184	- 0,4952	- 0,2901	+ 0,2588	0,956	10
HA/CR x I, P9, e P11	113,86	+ 6,839	- 0,7713	+ 0,1770			0,784	11
HA/CR x I, P9, P11 e P8	175,84	+ 2,396	- 1,5713	+ 0,2680	+ 1,1881		0,887	12
HA/CR x I, P9, P11, P8 e P3	126,23	+ 2,814	- 1,6141	+ 0,3628	+ 1,3920	+ 0,1487	0,931	13

mento semelhante. Resultados idênticos foram obtidos por Tubelis & Salibe (1988), quando analisaram o efeito das chuvas na produção de laranjeiras 'Hamlin' sobre porta-enxerto de laranjeira 'Caipira' no altiplano de Botucatu. Plessis (1983), na África do Sul, também constatou que as precipitações do período julho a junho estavam correlacionadas inversamente com a produção de laranja.

As precipitações que ocorreram nos meses de fevereiro, março, agosto e novembro do ano anterior à colheita mostraram-se diretamente relacionados com a produção.

Estimativa de produção

Todas as equações apresentadas poderiam ser usadas na estimativa de safra da cultura. As equações 1, 2, 3 e 8 permitiriam a previsão de safra da cultura em setembro, época de florada do pomar. A equação que apresentou o maior coeficiente de correlação para a previsão em setembro foi: HA/CR = 94,6 + 10,10 I - 0,214 P₁ + 0,515 P₂ - 1,128 P₉ onde: HA/CR = produção de laranja (kg/pé); I = idade do pomar (anos) P₁, P₂ e P₉ = totais de precipitação que ocorreram, respectivamente nos meses de janeiro, fevereiro e setembro do ano anterior à colheita. Esta equação foi capaz de explicar 95,3% da variação de produção do pomar.

As equações 11, 12 e 13 permitiriam a estimativa da safra em novembro do ano anterior à colheita. A equação que apresentou o maior coeficiente de determinação foi: HA/CR = 126,2 + 2,81 I + 0,149 P₃ + 1,392 P₈ - 1,614 P₉ + 0,363 P₁₁, cuja simbologia empregada apresenta significados semelhantes

aos vistos anteriormente. Esta equação foi capaz de explicar 93,1% da variação de produção do pomar.

As equações 4, 9 e 10 permitiriam a previsão de safra em março do ano da colheita, isto é, um mês antes do início da colheita.

As equações 5, 6 e 7 permitiriam a previsão de safra no início da colheita.

Dentre todas as equações apresentadas, a de número 4 foi a que apresentou o maior coeficiente de determinação 98,7%. Analisando-se o comportamento da produção estimada do pomar através da equação 4, em comparação com a produção medida, nota-se que a produção estimada acompanhou a produção medida. Houve um sincronismo perfeito entre as duas produções. O desvio percentual médio entre os valores estimados e medidos foi de 4,0%, expresso em módulo.

As equações apresentadas também poderiam ser usadas na racionalização da irrigação suplementar da cultura.

CONCLUSÕES

1. O clima do local não apresentou restrições térmicas e hídricas para a cultura.

2. A produção da cultura, no período estudado, não foi uniforme, e passou por picos de alta e baixa produção. Picos de alta produção ocorreram em 1976, 1979 e 1981, e de baixa produção, em 1977 e 1980. Em consequência, ocorreram recuperações de produção de 363% e 135% e quebras de produção de 77% e 54%, respectivamente, em ordem cronológica de ocorrência.

3. Não foi observada interação bienal entre as produções.

4. A produção da cultura não se mostrou estatisticamente correlacionada com a idade do pomar através de funções simples: linear, semilogarítmica e bilogarítmica. A produção média da cultura aumentou com a idade do pomar. Não se constatou tendência de estabilização da produção, no período estudado.

5. A produção se mostrou correlacionada com a idade do pomar e com precipitações mensais através de expressão do tipo:

$$Y = a + bI + cP_1 + dP_2 + \dots + nP_m$$

onde: Y = produção da laranjeira; I = idade do pomar; P = precipitação mensal, e "a", "b", "c", "d" e "n", coeficientes da equação. A correlação ocorreu com a introdução de um ou mais meses dentre os dezesseis que antecederam a colheita.

6. As precipitações que ocorreram nos meses de junho, setembro e outubro do ano anterior à colheita e no mês de março do ano de colheita causaram diminuição da produção das plantas.

7. A previsão mais antecipada da safra da cultura poderia ser feita em setembro do ano anterior à colheita, sete meses antes de a colheita ser iniciada.

REFERÊNCIAS

- GALLO, J.R.; RODRIGUEZ, O.; CAMARGO, A.P.; IGUE, T. Variações anuais da produção de frutas e concentração de macronutrientes em folhas de citros, relacionadas ao balanço hídrico meteorológico e adubação, no período de 1957 a 1975. *Bragantia*, Campinas, 36(27):271-89, 1977.
- PLESSIS, S.F. DU. Crop forecasting for navel in South Africa. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, Florida, 96:40-43, 1983.
- REUTHER, W. Potential of citrus culture in the Amazon Valley. In: ALVIM, P.T. *Ecophysiology of tropical crops*. Itabuna, CEPLAC, 1975. v.2, 31p. Trabalho apresentado no International Symposium on Ecophysiology of Tropical Crops, 1975, Manaus, Brazil.
- SALIBE, A.A. *Efeito do porta-enxerto e da localidade no vigor e produção de laranjeiras doces (Citrus sinensis (L.) Osbeck)*. Botucatu, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1974. 226p. Tese Livre-Docência.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura. *Zonamento Agrícola do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1974. v.1, 165p.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. *The water balance*. Centerton, N.J., Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publication in Climatology, v.8)
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L. *Parâmetros climáticos de Botucatu: precipitação e temperatura do ar*. Botucatu, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1971. 26p.
- TUBELIS, A. & SALIBE, A.A. Relações entre a produção de laranjeira 'Hamlin' sobre porta-enxerto de laranjeira 'Caipira', e as Precipitações Mensais no Altiplano de Botucatu. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 23(3):239-46, mar. 1988.