

RELAÇÕES ENTRE A PRODUÇÃO DE LARANJEIRA 'BAIANINHA', A IDADE E AS PRECIPITAÇÕES MENSIS NO ALTIPLANO DE BOTUCATU, SP¹

ANTONIO TUBELIS² e ARY APPARECIDO SALIBE³

RESUMO - O trabalho estabelece relações empíricas entre a produção de um pomar de laranja 'Baianinha', a idade do pomar e as precipitações que antecederam a colheita. As plantas, enxertadas em porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), estavam plantadas em solo Terra Roxa Estruturada, a 810 m de altitude, onde predomina o tipo climático Cwb, segundo a classificação climática de Köppen. O pomar foi conduzido de forma convencional e sem irrigação. A produção da cultura mostrou-se correlacionada com a idade do pomar e com precipitações pluviiais ocorridas nos dezesseis meses que antecederam a colheita. Foram estimadas equações de regressão envolvendo um ou mais valores de precipitação. Essas equações foram capazes de explicar até 82% da variação de produção do pomar. Verificou-se que a previsão antecipada da safra do pomar pode ser conhecida por ocasião da época de florada e do pegamento das frutas.

Termos para indexação: citros, previsão de safra, necessidades hídricas, irrigação.

RELATIONSHIP BETWEEN PRODUCTION OF 'BAIANINHA' SWEET ORANGE TREES, AGE AND MONTHLY RAINFALLS AT THE PLATEAU OF BOTUCATU, BRAZIL

ABSTRACT - This paper deals with the existence of empirical relationship between the production of a sweet orange orchard planted at the plateau of Botucatu, SP, Brazil, with the orchard age and rainfalls that occurred before the picking season. The plants were of sweet orange 'Baianinha' variety, budded on 'Rangpur' lime (*Citrus limonia* Osbeck) rootstock, planted on "Terra Roxa Estruturada" soil, at an altitude of 810 m above sea level, where the climatic type Cwb, according to the Köppen climatic classification, occurs. The orchard was conducted by conventional ways and no irrigation was applied. The production of the crop was correlated with the age of the orchard and with rainfalls that occurred in the sixteen months before the picking season. Regression equations involving one or more values of rainfall were estimated. These equations could explain up to 82% of the orange yield variation. They showed that yield forecasting could be done at the anthesis and at the fruitset.

Index terms: citrus, crop forecast, water needs, irrigation.

INTRODUÇÃO

A cultura de laranja, quando realizada sem irrigação nas condições climáticas do estado de São Paulo, apresenta grandes variações de produção, de ano para ano. Estas oscilações são atribuídas principalmente às flutuações climáti-

cas. A primeira tentativa para estabelecer esta relação de causa e efeito, para as condições do estado de São Paulo, foi feita por Gallo et al. (1977). Os autores estudaram o comportamento da produção anual de um pomar de laranja 'Baianinha', em Cordeirópolis, SP, em comparação com o balanço hídrico anual da região. 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.

Recentemente, foi mostrado, por Tubelis & Salibe (1988, 1989a e 1989b), que a produtivi-

¹ Aceito para publicação em 20 de setembro de 1991

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

³ Eng. - Agr., M.Sc., Prof. - Titular de Horticult., Fac. de Ciências Agron., Caixa Postal 237, CEP 18600 Botucatu, SP.

dade dos pomares de laranja 'Hamlin', no altiplano de Botucatu, estava relacionada com totais mensais de precipitação que ocorriam nos dezesseis meses que antecediam a colheita. Du Plessis (1983) mostrou que o total anual de chuva (julho a junho) tem um efeito negativo na produtividade de laranja 'Navel' em Letaba, África do Sul.

O presente trabalho trata do estabelecimento de relações empíricas entre a produção de laranja 'Baianinha' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' e as precipitações mensais nas condições mesológicas do altiplano de Botucatu.

MATERIAL E MÉTODOS

As produções de laranja 'Baianinha' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertada em porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) foram obtidas em experimento instalado em 1965 na Fazenda Experimental Lageado, da UNESP, "Campus" de Botucatu (Salibe 1974). As produções, expressas em quilogramas de fruta fresca por planta, referem-se às produções do 7º ao 24º ano de idade do pomar, correspondendo às safras de 1972 a 1989.

As precipitações ocorridas foram obtidas no Posto Climatológico instalado na Fazenda Experimental Lageado, distante 300 m do local do ensaio. Ambos os locais apresentavam a mesma altitude de 810 m (Tubelis & Salibe 1988).

O pomar foi instalado em solo Terra Roxa Estruturada, onde predomina o tipo climático Cwb, segundo a classificação climática de Köppen (Tubelis & Salibe 1988).

Calcularam-se equações de regressão e coeficientes de determinação entre a produção do pomar e as variáveis idade do pomar e valores mensais de precipitação, através de equações do tipo:

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

onde: y = produção da laranjeira; I = idade do pomar; P = total mensal de precipitação e "a", "b", "c", "d" e "m" coeficientes da equação. O teste "F" foi usado para testar a significância dos coeficientes de determinação.

As precipitações ocorridas no ano de florescimento, ou seja, no ano anterior à colheita, foram designadas de P1, P2, até P12, correspondendo, respectiva-

mente, aos meses de janeiro a dezembro. As precipitações ocorridas no ano da colheita foram designadas de P13 até P16, correspondendo, respectivamente, aos meses de janeiro a abril.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção x idade do pomar

A produção das plantas foi correlacionada com a idade e com o inverso da idade do pomar através de equações: linear, exponencial, semi-logarítmica e bi-logarítmica. O maior coeficiente de correlação $r = -0,535$, estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade, ocorreu para a função linear empregando-se o inverso da idade como variável independente. O coeficiente de correlação caiu para 0,480 quando se empregou a idade do pomar como variável independente. Este valor mostrou-se estatisticamente insignificante ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tubelis & Salibe (1988, 1989a, 1991) constataram que a produtividade da laranjeira 'Hamlin' mostrou-se linearmente correlacionada com a idade do pomar, quando enxertada sobre porta-enxertos de laranjeira 'Caipira', tangerineira 'Sunki' ou limão 'Rugoso da Flórida', no mesmo local e período de ensaio.

Estes resultados confirmam os obtidos por Tubelis & Salibe (1989b, 1989c), que não encontraram correlação entre a idade do pomar e a produtividade da laranja 'Hamlin' quando enxertada sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' ou 'Trifoliata', no mesmo local e período de ensaio.

Quando se empregou a função semi-logarítmica para expressar a relação entre as variáveis idade e inverso da idade do pomar, obtiveram-se os mesmos coeficientes para a equação de regressão e o mesmo coeficiente de correlação entre as variáveis, $r = -0,512$. Este coeficiente mostrou-se estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Pelo fato de a função linear e o inverso da idade do pomar terem propiciado o maior coeficiente de correlação entre as variáveis produ-

TABELA 1. Coeficientes das regressões entre a produtividade (kg/pé) da laranja 'Baianinha' (BA/CR) e a idade (I) do pomar; coeficientes de correlação das regressões e respectivos níveis de significância.

Tipo de equação	Coeficientes		Coeficiente de correlação	Nível de significância
	a	b		
BA/CR = a+bI	54,4	4,20	0,480	NS
BA/CR = a.Exp (b.I)	55,0	0,04	0,436	NS
BA/CR = a+b (logI)	-51,6	64,05	0,512	5%
log (BA/CR) = a+b (logI)	18,0	0,67	0,475	NS
BA/CR = a+b/I	182,4	-846,02	-0,535	5%
BA/CR = a.Exp (b/I)	209,4	-8,99	-0,506	NS
BA/CR = a+b.log (1/I)	-51,6	-64,05	-0,512	5%
log (BA/CR) = a+b (log 1/I)	18,0	-0,67	-0,475	NS

tividade e idade do pomar, elas foram usadas no cálculo de todas as equações de regressão.

O inverso da idade do pomar foi capaz de explicar 28,6% da variação de produção da laranja 'Baianinha' quando enxertada sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo', nas condições mesológicas do altiplano de Botucatu.

Produção x idade e precipitação

Foram estimadas equações lineares múltiplas de regressão entre a produção da cultura e as variáveis inverso da idade do pomar e totais mensais de precipitação. Todas as equações apresentaram coeficiente de correlação estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade. O inverso da idade do pomar mostrou-se inversamente correlacionado com a produção, o que indica que a produção aumentou com a idade das plantas. Fato semelhante foi observado por Tubelis & Salibe (1988, 1989a, 1989b, 1989c, 1991) analisando o efeito da idade do pomar na produtividade de laranja 'Hamlin' sobre diferentes porta-enxertos.

A análise do sinal dos coeficientes angulares das equações de regressão mostrou que as precipitações que ocorreram nos meses de fevereiro, março, maio, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro do ano anterior à colheita e fevereiro e março do ano da colheita causaram redução na produção das plantas. Fato se-

melhante foi constatado por Tubelis & Salibe (1988, 1989a, 1989b, 1989c, 1991) analisando o efeito da chuva na produtividade da laranja 'Hamlin' no mesmo local e período de ensaio. Contudo, somente as chuvas ocorridas nos meses de setembro e dezembro do ano anterior à colheita e março do ano da colheita afetaram igualmente as duas variedades de laranja (Tabela 2).

As chuvas ocorridas nos meses de janeiro, abril e outubro do ano anterior à colheita e janeiro e abril do ano da colheita causaram aumento de produção do pomar. Fato semelhante foi constatado por Tubelis & Salibe (1988, 1989a, 1989b, 1989c, 1991) analisando o efeito da chuva na produtividade da laranja 'Hamlin' no mesmo local e período de ensaio. Entretanto, as chuvas do mês de abril do ano anterior ao da colheita causaram diminuição de produção no caso da laranja 'Hamlin'.

O fato de as chuvas de junho a setembro terem causado redução na produção explica os resultados obtidos por Gallo et al. (1977) para a laranja 'Baianinha' em Cordeirópolis, estado de São Paulo, quando observaram que períodos de deficiência hídrica não estavam associados com baixa produção no ano seguinte.

Os resultados deste trabalho mostram que os anos de inverno seco e, portanto, de deficiência

TABELA 2. Coeficientes linear, angular e de determinação das equações lineares múltiplas de regressão entre a produção de laranja (BA/CR) (kg/pé), idade do pomar (I) (anos) e totais de precipitação (P) (mm).

Variáveis	$y = \hat{a} + \hat{b}X_1 + \hat{c}X_2 + \hat{d}X_3 + \hat{e}X_4 + \hat{f}X_5$						r^2	Equação
	\hat{a}	\hat{b}	\hat{c}	\hat{d}	\hat{e}	\hat{f}		
BA/CR f(1/I, P5, P6 e P8)	245,7	-966,59	-0,144	-0,329	-0,519		0,717	1
BA/CR f(1/I, P6, P8 e P9)	238,3	-770,31	-0,374	-0,400	-0,261		0,729	2
BA/CR f(1/I, P6, P7, P8 e P10)	205,7	-764,25	-0,465	-0,393	-0,474	+0,291	0,799	3
BA/CR f(1/I, P6, P8, P9 e P13)	204,4	-673,66	-0,451	-0,460	-0,268	+0,141	0,821	4
BA/CR f(1/I, P6, P8, P13 e P14)	219,3	-764,03	-0,529	-0,703	+0,184	-0,133	0,814	5
BA/CR f(1/I, P6, P8, P11 e P15)	280,4	-843,87	-0,505	-0,676	-0,124	-0,117	0,780	6
BA/CR f(1/I, P6, P8, P9 e P16)	225,7	-754,95	-0,390	-0,450	-0,468	+0,479	0,817	7

** P \geq 0,01.

hídrica estão associados com alta produtividade de laranja no ano seguinte.

Os resultados deste trabalho também explicam o fato de os anos com excedentes hídricos não estarem associados com altas produtividades de laranja 'Baianinha' conforme resultados obtidos por Gallo et al. (1977).

Estimativa de produção

Todas as equações apresentadas poderiam ser usadas na estimativa de safra da cultura. As equações 1, 2 e 3 permitiriam a estimativa da safra no ano anterior ao da colheita. As estimativas poderiam ser feitas nos meses de agosto, setembro ou outubro. As estimativas de safra no ano da colheita poderiam ser feitas nos meses de janeiro, fevereiro, março ou abril, através, respectivamente, das equações 4, 5, 6 e 7. A equação de regressão que apresentou o maior coeficiente de determinação foi a equação 4 que foi capaz de explicar 82% da variação de produção do pomar. O comportamento das produções medida e estimada é mostrado na Fig. 1. Nota-se que a produção estimada acompanhou a produção medida, havendo um sincronismo perfeito entre ambas. O desvio percentual médio entre os valores medidos e estimados foi de 20,9%, expresso em módulo. O valor deste desvio foi maior do que os obtidos para a laranjeira 'Hamlin' para o mesmo perío-

do e local de ensaio (Tubelis & Salibe 1988; 1989a, 1989b, 1989c, 1991).

CONCLUSÕES

1. A produção da cultura mostrou-se estatisticamente correlacionada com o logaritmo da idade do pomar, com o logaritmo do inverso da idade do pomar ou com o inverso da idade do pomar através de funções lineares. Não se constatou tendência de estabilização da produção até o vigésimo quarto ano de idade do pomar.

2. A produção se mostrou correlacionada com o inverso da idade do pomar e com precipitações mensais. A correlação ocorreu com a introdução de um ou mais meses dentre os dezesseis que antecederam a colheita.

3. A equação de regressão que apresentou o maior coeficiente de determinação, $r^2=0,821$, foi:

$$BA/CR = 204,4 - 673,66/I - 0,451P6 - 0,460P8 - 0,268P9 + 0,141P13$$

onde: BA/CR = produção de laranja 'Baianinha' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' (kg/pé); I = idade do pomar (anos); P6, P8, P9 e P13 = totais de chuva (mm) que ocorreram, respectivamente,

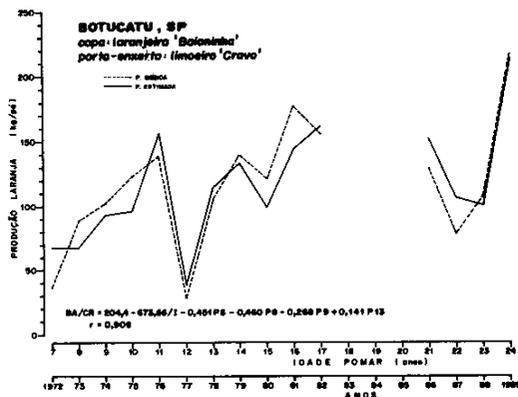


FIG. 1. Comportamento da produtividade da laranja 'Baianinha', sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo', nas condições mesológicas do altiplano de Botucatu, estado de São Paulo, Brasil.

nos meses de junho, agosto e setembro do ano anterior ao da colheita e janeiro do ano da colheita. Ela foi capaz de explicar 82% da variação de produção do pomar.

4. As precipitações ocorridas nos meses de fevereiro, março, maio a setembro, novembro e dezembro do ano anterior ao da colheita e fevereiro e março do ano da colheita causaram diminuição na produção.

5. As precipitações ocorridas nos meses de janeiro, abril e outubro do ano anterior ao da colheita e janeiro e abril do ano da colheita causaram aumento na produção.

6. A previsão não mais antecipada de safra da cultura poderia ser feita em fins de agosto do ano anterior ao da colheita, oito meses antes de a colheita ser iniciada.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq - pela concessão de Bolsa de Pesquisa para o desenvolvimento do presente trabalho.

(Proc. 301603/88-0/AG/Fv).

REFERÊNCIAS

- DU PLESSIS, S.F. Crop forecasting for navels in South Africa. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Winter Haven, v.96, p.40-43, 1983.
- GALLO, J.R.; RODRIGUEZ, O.; CAMARGO, A.P.; IGUE, T. Variações anuais da produção de frutas e concentração de macro-nutrientes em folhas de citros, relacionadas ao balanço hídrico meteorológico e adubação no período de 1957 a 1975. *Bragantia*, Campinas, v.36, n.27, p.271-289, 1977.
- SALIBE, A.A. Efeito do porta-enxerto e da localidade no vigor e produção de laranjas doces, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Botucatu: Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, 1974. 266p. Tese de Livre-Docência.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A.A. Relações entre a produção de laranja 'Hamlin' sobre porta-enxerto de laranja 'Caipira' e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu, SP. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.239-249, mar. 1988.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A.A. Relações entre a produção de laranja 'Hamlin' sobre porta-enxerto de tangerina 'Sunki' e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.7, p.787-792, jul. 1989a.
- TUBELIS, A. SALIBE, A.A. Relações entre a produção de laranja 'Hamlin' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Cravo' e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.7, p.801-806, 1989b.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A.A. Relações entre a produção de laranjeiras 'Hamlin' sobre porta-enxerto de 'Trifoliata' e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió, Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989c, p.212-223.
- TUBELIS, A.; SALIBE, A.A. Relações entre a produção de laranjeiras 'Hamlin' sobre porta-enxerto de limoeiro 'Rugoso da Florida' e as precipitações mensais no altiplano de Botucatu. *Científica*, São Paulo, v.19, n.1, p.207-219, 1991.