

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, DA CHUVA E DO DÉFICIT HÍDRICO NA MATURAÇÃO E NO RENDIMENTO INDUSTRIAL DA LARANJA

Clovis Alberto VOLPE¹, Edgar Ricardo SCHÖFFEL²

1. INTRODUÇÃO

A elucidação dos fatores, principalmente das condições climáticas, que afetam a taxa de maturação dos frutos é muito importante para a indústria de suco cítrico, pois a maturação do fruto é um processo lento, levando de sete a doze meses para as variedades de laranja. Somas térmicas (graus-dia acumulados) podem ser usadas para estimar a quantidade de calor exigida para o crescimento e maturação dos frutos cítricos, como também, para explicar o efeito da temperatura (LOMAS et al., 1970; KIMBALL, 1984). A disponibilidade da água é também um importante fator que atua na maturação dos frutos. A água, em quantidades excessivas, irá causar uma expansão extra no fruto e a diluição de sólidos solúveis e ácidos, e por outro lado, em quantidade inadequada, pode diminuir a fotossíntese e, conseqüentemente, a acumulação de açúcar (ALBRIGO, 1992).

As análises de regressão linear simples, quadrática e múltiplas, entre as características químicas e físicas de frutos e variáveis climáticas, têm sido usadas na obtenção de modelos de previsão de colheita, no estabelecimento de curvas de maturação e nos estudos que procuram estabelecer a importância dos elementos de clima na maturação do fruto (KIMBALL, 1984).

O objetivo do presente trabalho foi o de conhecer a influência das variáveis meteorológicas temperatura, déficit hídrico e chuva no ratio e no índice tecnológico dos frutos de laranjas das variedades tardias Natal e Valência na região de Bebedouro, SP, utilizando dados de amostragens de rotina para processamento industrial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados os pomares de laranjas 'Valência' e 'Natal' (*Citrus sinensis*, L. Osbeck), localizados na região de Bebedouro, durante os anos de 1994, 1995, 1996, 1997 e 1998.

As plantas foram cadastradas e divididas em 3 categorias de idade: 1, plantas com idade de 3 a 5 anos; 2, plantas com idade de 6 a 10 anos; e 3, plantas com idade superior a 10 anos. As floradas 1 e 2 foram classificadas de acordo com as suas ocorrências e significâncias dentro da safra.

O ratio foi calculado relacionando-se no suco o teor de sólidos solúveis (g/100 ml) com a acidez titulável (% de ácido cítrico). O índice tecnológico (IT, sólidos solúveis/caixa) foi obtido pela expressão:

$$IT = (RS \cdot SS \cdot 40,8) \cdot 10^{-4} \quad (1)$$

em que RS, em %, é o rendimento em suco, SS, em g/100 ml, é o teor de sólidos solúveis, e 40,8 é peso padrão da caixa de colheita de laranja (kg/caixa).

Os dados diários de temperaturas máxima, mínima e média e chuva dos anos de 1993 a 1998, foram obtidos na Estação Meteorológica da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (20°58'18"S, 48°28'11"W, 600 m).

A soma de graus-dia para os períodos compreendidos entre 1° de setembro (época da primeira florada) e a data de amostragem foi obtida através da soma térmica das diferenças entre a temperatura média diária do ar e a temperatura base inferior, igual a 13,0 °C.

O déficit hídrico foi determinado através do balanço hídrico seriado, segundo BRAGA & VILLA NOVA (1983), para uma CAD de 100 mm, e utilizando o conceito de armazenamento crítico.

Os dados obtidos foram ajustados a vários modelos de regressão, e o grau de ajuste foi medido através do teste F da análise de variância, e do coeficiente de determinação ajustado ao número de parâmetros (R²AJ). Para a análise dos dados, utilizou-se o software Statistical Analysis System (SAS).

Em todas as equações, a variável dependente representa o ratio ou o índice tecnológico, e a variável independente representa, na equação linear e quadrática, graus-dia acumulados a partir de 1° de setembro até a data da amostragem. Na regressão múltipla, as variáveis independentes representam a soma de graus-dia, o déficit hídrico e o acúmulo da chuva a partir de 1° de setembro até a data da amostragem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores do coeficiente de determinação ajustado (R²AJ) para das regressões. O valor de R²AJ da regressão linear simples variou de 0,931 (1995, idade 3, florada 2) a 0,686 (1998, idade 1, florada 1), com valor médio de 0,831. Isto equivale a dizer que, no pior ajuste, a variável graus-dia explicou cerca de 69% da variação do ratio, no melhor ajuste, 93%, e que, em média,

Tabela 1. Valores dos coeficientes de regressão ajustados (R²AJ) das regressões linear simples e múltiplas para o ratio, por ano, categoria de idade e florada, para laranjas tardias, em Bebedouro, SP

ANO	I	F	GD		GD, CH
			GD	GD, DEF	GD, CH
				Linear	
1994	1	1	0,838	0,839	0,839
	2	1	0,866	0,866	0,874
	3	1	0,846	0,847	0,846
1995	1	2	0,891	0,900	0,898
	2	2	0,898	0,906	0,904
	3	2	0,931	0,935	0,934
1996	1	1	0,831	0,831	0,831
		2	0,779	0,783	0,777
	2	1	0,814	0,814	0,813
		2	0,781	0,786	0,781
	3	1	0,813	0,813	0,812
1997		2	0,858	0,860	0,861
	1	1	0,878	0,878	0,879
	2	1	0,832	0,832	0,832
1998	3	1	0,882	0,882	0,885
	1	1	0,686	0,684	0,691
	2	1	0,731	0,731	0,732
	3	1	0,810	0,809	0,812
média			0,831	0,833	0,833

I = idade; F = florada; GD = graus-dia; DEF = déficit hídrico; CH = chuva

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, 14884-900, Jaboticabal (SP).

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP.

graus-dia explicou 83%. Forte correlação linear entre ratio e graus-dia acumulados foi observada por KIMBALL (1984) em laranja Valência, na Califórnia, com R² atingindo até 0,96.

A análise de regressão múltipla com graus-dia e déficit hídrico, praticamente, não alterou os valores de R²AJ. Neste caso, o R²AJ variou de 0,935 a 0,684 com valor médio de 0,833. Isto mostra que a inclusão da déficit hídrico não melhorou o ajuste da equação de regressão. Isto também ocorreu com a inclusão da variável chuva. Os R²AJ da regressão múltipla com graus-dia e chuva variou de 0,934 a 0,691, com valor médio de 0,833. A contribuição do déficit hídrico no aumento do ratio foi positiva para 16 das 18 equações encontradas, enquanto que a contribuição positiva da chuva ocorreu em 11 da 18 equações.

Para o índice tecnológico as análises de regressões somente foram significativas para as variáveis meteorológicas graus-dia e chuva. Através dos dados de R²AJ da Tabela 2 verifica-se que a regressão quadrática foi a que apresentou melhor ajuste, com valores de R²AJ oscilando entre 0,874 a 0,372, e com valor médio de 0,652.

Semelhante ao acontecido para o ratio, a inclusão da chuva como variável independente juntamente com graus-dia, na regressão múltipla para a obtenção do índice tecnológico, não melhorou o ajuste da regressão. Neste caso, o R²AJ variou de 0,797 a 0,443, com valor médio de 0,623. A contribuição da chuva no comportamento do índice tecnológico foi negativa para 15 das 18 equações. Apenas no ano de 1997, para as três idades e florada 1, a contribuição foi positiva.

São raros, na literatura, trabalhos que correlacionam o índice tecnológico com as variáveis climáticas. Na Califórnia, durante 20 anos, ALBRIGO (1990) verificou que o índice tecnológico apresentou uma variabilidade de ano para ano de 1,132 kg, sendo essas oscilações explicadas em 70 % pelos efeitos da chuva e da temperatura.

4. CONCLUSÕES

A equação de regressão linear simples com a variável independente graus-dia foi a que mostrou melhor desempenho para o ratio e para o índice tecnológico. A inclusão do déficit hídrico e da chuva nas regressões não melhorou o ajuste das equações, indicando que a temperatura do ar, representada por graus-dia, foi a variável que exerceu maior efeito na taxa de maturação dos frutos de laranjas 'Natal' e 'Valência', na região de Bebedouro, durante os 5 anos estudados.

Tabela 2. Valores dos coeficientes de regressão ajustados (R²AJ) das regressões linear simples, quadrática e múltiplas para o índice tecnológico, por ano, categoria de idade e florada, para laranjas tardias, em Bebedouro, SP.

ANO	I	F	GD	GD	GD, CH
			Linear	quadrática	Múltipla
1994	1	1	0,621	0,662	0,635
	2	1	0,683	0,770	0,701
	3	1	0,695	0,811	0,710
1995	1	2	0,679	0,809	0,733
	2	2	0,686	0,819	0,752
	3	2	0,720	0,874	0,797
1996	1	1	0,304	0,372	0,443
		2	0,573	0,609	0,663
	2	1	0,340	0,447	0,452
		2	0,631	0,680	0,718
	3	1	0,384	0,472	0,501
2		0,711	0,742	0,763	
1997	1	1	0,561	0,598	0,575
	2	1	0,538	0,646	0,541
	3	1	0,612	0,703	0,623
1998	1	1	0,407	0,489	0,473
	2	1	0,527	0,567	0,531
	3	1	0,585	0,664	0,609
média			0,535	0,652	0,623

I = idade; F = florada; GD = graus-dia; CH = chuva

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRIGO, G. Climatic influences on seasonal variation of Florida orange pounds solids. *Proc. Int. Soc. Hort. Sci.*, v.2, p.15-8, 1990.
- ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento de frutos cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2, 1992, Bebedouro. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.100-5.
- BEN MECHLIA, N., CARROL, J.J. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. I. Citrus response formulation. *Int. J. Biometeorol.*, v. 33, p. 36-51, 1989.
- BRAGA, H.J., VILA NOVA, N.A. Caracterização da seca agrônômica através de novo balanço hídrico, na região de Laguna, litoral sul de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3, 1983, Campinas. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1983. p.283-309.
- KIMBALL, D.A. Factors affecting the rate of maturation of citrus fruits. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, Florida, v. 97, p. 40-44, 1984.
- LOMAS, J., GAT, Z., SHIFRIN, B. Methods of forecasting the ripening dates of citrus fruit in various regions of Israel. *Agricultural Meteorology*, v.7, p.321-7, 1970.