

# **AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO COMO REPRESENTANTE DO FATOR HÍDRICO EM CORRELAÇÕES COM A PRODUÇÃO DE LARANJA EM PINDORAMA, SP**

Angela Iaffe<sup>1</sup>, Flávio B. Arruda<sup>2</sup>, Emílio Sakai<sup>2</sup>, Regina Célia Pires<sup>2</sup>, Rinaldo O. Calheiros<sup>2</sup>

## **RESUMO**

O estudo teve por objetivo identificar a melhor representante do fator hídrico dentre os componentes do balanço hídrico climatológico, para utilização em estudos de correlação com a produção. Os pesos totais dos frutos de laranja obtidos de um experimento de 12 anos conduzido com Hamlin sobre porta-enxerto de limão Cravo foram correlacionados com os valores mensais ocorridos em períodos de 10, 20, 30 e 90, desde o ano anterior até a colheita, de excesso hídrico, precipitação, armazenamento de água, precipitação menos evapotranspiração (P-EP) e deficiência hídrica. O maior número de correlações com a produção foram obtidos com o fator (P-EP). Excesso e deficiência hídrica apresentaram longos períodos com valores nulos, por outro lado, em períodos de excesso ou seca prolongada, o armazenamento assumia valores constantes. O equilíbrio hídrico (P-EP) apresentou elevada variabilidade com valores de coeficiente de variação de 103 a 744%.

Palavras-chave: balanço hídrico, efeito hídrico, laranja

## **INTRODUÇÃO**

A noroeste paulista é uma região que apresenta estiagens sazonais para a produção de laranja, geralmente importantes durante o período inicial de estabelecimento dos frutos. A fim de amenizar este problema há necessidade de se conhecer melhor o efeito hídrico e da distribuição das chuvas na produção dos citros, para fins de planejamento, estudos ecológicos e a implementação da irrigação suplementar.

Tentativas de se quantificar o efeito do clima e, principalmente, das precipitações têm sido feitas com várias culturas (Brunini et al. 1982). Alguns exemplos de modelos obtidos para estimativa do rendimento de laranja no Estado de São Paulo foram desenvolvidos por Tubelis & Salibe (1989), Silva et al., (1986) e Di Giorgi et al. (1991).

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., M. S. Centro de Ecofisiologia e Biofísica, IAC. E-mail:angelaif@uol.com.br

<sup>2</sup> Pesquisadores Científicos, Instituto Agrônomo de Campinas, Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Caixa Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. E-mail: farruda@cec.iac.br

O objetivo deste estudo foi o de identificar o melhor componente do balanço hídrico climatológico para se poder avaliar o benefício das precipitações pluviométricas e, possivelmente da irrigação suplementar, na produtividade da laranja, baseado em modelos estatísticos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizados os resultados de um experimento de copas de laranjeira e porta-enxertos conduzido na Estação Experimental de Pindorama do Instituto Agronômico, no período de 1968 a 1979, em solos Podzolizado de Lins e Marília (LEPSCH & VALADARES, 1976). Selecionou-se o tratamento de melhor produção, laranja Hamlin sobre porta-enxerto limão Cravo, com nove anos de produção.

O delineamento experimental do ensaio foi o de blocos ao acaso com parcela subdividida com 4 tratamentos, 4 repetições e 32 plantas úteis por parcela. A produção foi determinada pelas colheitas anuais, sendo contados o número de frutos, peso médio dos frutos e peso total.

A avaliação da disponibilidade hídrica, em períodos de 10, 20 30 e 90 dias, foi efetuada através do cálculo de balanço hídrico seriado, segundo Thornthwaite & Mather (1955). A quantificação da influência dos atributos climáticos no desempenho do pomar no período foi efetivada estabelecendo matrizes de correlação linear simples da produtividade anual e seus componentes com os diversos componentes do balanço hídrico. Utilizou-se os registros agrometeorológicos do ano anterior e dos meses do ano até a data da colheita, conforme a nomenclatura adotada por Tubelis & Salibe (1989), denominando de 1 a 12 para janeiro a dezembro do ano anterior à colheita, e de 13 a 17, respectivamente para os meses de janeiro a maio do ano em que foi colhida a produção

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas condições climáticas ocorridas durante o período 1969 a 1979, as precipitações concentraram nos meses de outubro a março, seguida de longo período de estiagem. As produções, de maneira geral, se apresentaram crescentes com a idade das árvores, porém apresentando grandes variações, possivelmente por influência climática. A produção média do tratamento selecionado foi de 228 kg/planta e a geral do ensaio foi de 205 kg/planta, considerada, na época, acima da média da produção paulista.

Para representação do fator hídrico foram estudados a precipitação mensal (P) e os termos do balanço hídrico climatológico: a deficiência hídrica acumulada, o excesso hídrico e a diferença entre

a precipitação e evapotranspiração potencial ( P-ET). As correlações obtidas foram dispostas em gráfico e analisadas para consistência e número de períodos significativos.

Os resultados da produção final, de número e peso médio de frutos foram correlacionados com os componentes do balanço hídrico climatológico ocorridos em períodos de 10, 20, 30, e 90 dias são apresentados na Tabela 1. O limite crítico de significância estatística do coeficiente de correlação (r) para 9 pares de dados com a probabilidade de 5% é 0.666 e para 1% de significância, 0.798 (Parker, 1973).

Dentre os elementos estudados, no geral, (P-ET) foi a que melhor se correlacionou com a produção total de laranjas. Além disso, apresentou a vantagem de sempre existirem valores de boa amplitude na formação das matrizes de correlação. Para as outras variáveis, as matrizes foram mais esparsas, com muitos valores nulos (zero), como no caso da precipitação ou excesso hídrico na época de inverno. Coerentemente, os valores de correlação com (P-ET), de modo geral, foram maiores que aqueles encontrados para precipitação, pela importância do estresse hídrico nas diversas fases da cultura.

As correlações obtidas com os componentes da produção foram melhores do que as obtidas com a produção final. De modo geral, a variável com maiores valores de correlação foi o peso médio dos frutos, seguida de número de frutos e peso total. As respostas obtidas são consistentes entre os termos do balanço hídrico.

A relação (P-ET) foi chamada de equilíbrio hídrico por Arruda et al. (1976 e 1980) e foi correlacionada com sucesso na análise do efeito hídrico no feijoeiro e na soja. Também Ben Mechlia & Carroll (1989) utilizaram (P-ET) para a modelagem do crescimento e produção de frutos cítricos com sucesso.

As principais estatísticas dos valores de (P-EP) mensais, ocorridos nos nove anos de ensaio, são apresentados na Tabela 2. Nas médias mensais ocorridas de (P-ET) desde o início do ano anterior a produção (janeiro) até o mês próximo da colheita (julho), observou-se que o coeficiente de variação era sempre alto ou muito alto, variando de 102% até 774%. No conjunto de anos estudados, todos os meses apresentaram valores positivos de (P-ET), bem como valores negativos. Esses fatos tornam os períodos de análise mais significativos e as equações de regressão obtidos com esse fator bastante representativos.

## CONCLUSÕES

Pela análise de correlação simples entre a produção (e seus componentes) de laranja e os componentes do balanço hídrico climatológico, os melhores resultados foram obtidos com a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração (P-EP).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, F.B.; TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J. Efeito da precipitação pluviométrica na produtividade do feijoeiro. Botucatu. **Revista Centro Ciências Rurais**. v.10 n.1 p:49-60, 1980.
- BEN MECHLIA, N. & CARROLL, J.J. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. I-Citrus response formulation. **International Journal Biometeorology**, v.33 p:36-51, 1989.
- BRUNINI, O.; MIRANDA, M.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; PEREIRA, J.C.V.; SCHMIDT, N.C. Teste de um modelo agroclimático que relacione o regime pluviométrico com as variações da produtividade agrícola. Brasília. Coleção Análise e Pesquisa, v.24 p:21-46, 1982.
- CAMARGO, M.P.B. Exigências bioclimáticas e estimativa da produtividade para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 96 p. 1984 (Dissertação, mestrado em agrometeorologia).
- DI GIORGI, F.; IDE, B.Y.; DIB, K.; MARCHI, R.J.; TRIBONI, H.R.; WAGNER, R.L.; ANDRADE, G. Influência climática e implicações agroindustriais. Cordeirópolis, Revista Laranja, v.12 n.1. p:163-192, 1991.
- LEPSCH, I.F. & VALADARES, J.M.A.S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. Campinas, Bragantia, v.35 n.2 p:14-40, 1976.
- PARKER, R.E. Introductory Statistics for biology. London, UK. The Institute of Biology's studies n.43 by Arnold, E. (ed), 58 p., 1973.
- SILVA, G.L.S.; VICENTE, J.R.; CASER, D.V. Variações do tempo e produtividade agrícola: um subsídio à previsão de safras no Estado de São Paulo. Campinas, Fundação CARGILL, 1986.
- TUBELIS, A. & SALIBE, A.A. Previsão de colheita em função de chuvas. Brasília. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.15 n.4, p:413-417, 1989.
- WEILL, M.A.M. Avaliação de fatores edafoclimáticos e do manejo na produção de cafeeiros na região de Marília e Garça, SP. Piracicaba, ESALQ, 200 p., 1990. (Dissertação, Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

Tabela 1. Resultado comparativo das correlações entre a produção e os componentes do balanço hídrico ocorrido ao longo do ciclo produtivo da laranja Hamlin sobre Cravo, em Pindorama, SP, para diferentes períodos de análise. Os números 1 a 12 correspondem respectivamente aos meses de janeiro a dezembro do ano anterior à colheita, e os de 13 a 17 os meses de janeiro a maio do ano em que foi colhida a produção. Os números em parêntesis correspondem ao valor da correlação.

Intervalo	Nº períodos significativos		Épocas com maior valor correlação (r)
	5%	1%	
<b>Precipitação</b>			
10 dias	3	2	8 (-0,72); 12 (0,77); 15 (0,69)
20 dias	4	1	8 (-0,68); 12 (0,69); 13 (0,76); 15 (0,66)
Mensal	0	0	
Trimestral	1	0	14+15+16 (0,66)
<b>Precipitação - Evapotranspiração</b>			
10 dias	4	4	4 (0,71); 8 (-0,73); 12 (0,79); 15 (0,72)
20 dias	2	1	5 (0,67); 8 (-0,71)
Mensal	0	0	
Trimestral	2	1	10+11+12 (0,68); 12+13+14 (0,73)
<b>Deficiência hídrica</b>			
10 dias	2	2	4 (0,77); 13 (0,72)
20 dias	0	0	
Mensal	0	0	
Trimestral	0	0	
<b>Excesso hídrico</b>			
10 dias	1	1	12 (0,77);
20 dias	1	1	12 (0,72)
Mensal	0	0	
Trimestral	1	0	13+14+15 (0,66)

Os números 1 a 12 correspondem respectivamente aos meses de janeiro a dezembro do ano anterior à colheita, e os de 13 a 17 os meses de janeiro a maio do ano em que foi colhida a produção

Tabela 2. Valores mínimos, médios, máximos, desvio padrão e coeficiente de variação (%CV) da precipitação menos a evapotranspiração potencial (P-ET) ocorridos nos meses antecedentes das produções de citros, de 1969 a 1977, em Pindorama, SP.

Mês	Notação	Mínimo	Valores de P-ET (mm)			% CV
			Médio	Máximo	Desvio padrão	
janeiro anterior	P-ET <sub>1</sub>	-72,3	47,0	164,7	86,8	184,7
fevereiro	P-ET <sub>2</sub>	-79,7	70,8	187,3	95,6	135,1
março	P-ET <sub>3</sub>	-38,3	37,2	183,8	72,3	194,3
abril	P-ET <sub>4</sub>	-57,2	-17,0	33,4	34,4	201,9
maio	P-ET <sub>5</sub>	-63,1	-26,4	64,0	39,3	148,7
junho	P-ET <sub>6</sub>	-60,6	-19,7	84,5	43,1	219,3
julho	P-ET <sub>7</sub>	-59,1	-22,1	59,2	36,8	167,0
agosto	P-ET <sub>8</sub>	-96,2	-37,6	47,5	49,4	131,5
setembro	P-ET <sub>9</sub>	-88,3	-29,0	56,3	48,0	165,3
outubro	P-ET <sub>10</sub>	-19,4	33,3	100,2	36,4	103,2
novembro	P-ET <sub>11</sub>	-62,8	21,9	157,6	74,5	339,9
dezembro	P-ET <sub>12</sub>	-20,9	80,9	259,1	100,0	123,7
janeiro do ano	P-ET <sub>13</sub>	-72,3	55,5	164,7	85,3	153,6
fevereiro	P-ET <sub>14</sub>	-79,7	64,1	187,3	104,4	162,8
março	P-ET <sub>15</sub>	-29,4	45,6	183,8	66,6	146,1
abril	P-ET <sub>16</sub>	-57,2	-5,2	62,0	41,4	744,8
maio	P-ET <sub>17</sub>	-57,6	-21,6	64,0	39,2	181,3
junho	P-ET <sub>18</sub>	-60,6	-25,8	17,2	28,3	109,9

Os números 1 a 12 correspondem respectivamente aos meses de janeiro a dezembro do ano anterior à colheita, e os de 13 a 17 os meses de janeiro a maio do ano em que foi colhida a produção