

TESTE E VALIDAÇÃO DE MODELO AGROMETEOROLÓGICO PARA ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DE LÁTEX DA SERINGUEIRA

Altino Aldo ORTOLANI^{1,5}, Marcelo Bento Paes de CAMARGO^{1,5}, José Ricardo M. PEZZOPANE², Paulo César SENTELHAS³, Paulo Souza GONÇALVES^{4,5}

RESUMO

Modelo agrometeorológico para estimativa da produção mensal de borracha seca da seringueira, proposto por Ortolani et al. (1996) é testado e validado neste trabalho. Os dados de produção utilizados no modelo foram oriundos do clone RRIM 600, com características próprias de produtividade e fenológicas. Para teste e validação foram usados períodos, clones (RRIM-623 e C-297) e sistemas de exploração diferentes. As propostas para cálculo de demanda hídrica da cultura não apresentaram diferenças significativas. Os resultados demonstraram que o modelo para estimativa de produção sazonal de látex monitora bem os efeitos hídricos e térmicos e útil para tomada de decisão sobre alterações no sistema de exploração.

INTRODUÇÃO

A inexistência de relação linear entre fatores térmicos e hídricos com a produção de látex da seringueira foi demonstrada em vários trabalhos (Jang, 1988; Ortolani, 1996). O comportamento fenológico em plantas adultas, como variação da área foliar na senescência, reenfolhamento, frutificação e pós-frutificação apresenta uma tendência anual do tipo sigmóide. As interações entre esses processos e as condições térmicas e hídricas resultam numa curva anual senoidal de acúmulo de fotoassimilados e de produção de látex. O estudo das relações entre os valores diários, decendiais e mensais de produção devem ser modelados segundo as características de cada estadio fenológico, conforme a literatura clássica de Stewart et al. (1976), Doorenbos e Kassan (1979), Camargo et al. (1995).

O modelo proposto por Ortolani et al (1996) com dados do RRIM 600 é testado neste trabalho para dois diferentes clones de Hevea, utilizando diferentes métodos para cálculo de demanda hídrica.

¹ Eng^o Agr^o, Dr., Instituto Agronômico (IAC), CP 28, 13001-970, Campinas, SP. e-mail: altino@cec.iac.br

² Eng^o Agr^o, MSc., Instituto Agronômico (IAC). Bolsista PNP&D/Café – FUNAPE.

³ Eng^o Agr^o, Dr., Prof. Assistente do Departamento de Física e Meteorologia – ESALQ/USP.

⁴ Eng^o Agr^o, Dr., Programa Seringueira IAC - EMBRAPA

⁵ Com Bolsa de Produtividade em Pesquisa CNPq

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados meteorológicos para o período de 1992 a 1997 foram registrados em posto termopluiométrico localizado junto ao experimento, no município de Buritama – SP. Para cálculo de demanda hídrica pelos diferentes métodos em estudo, durante o ano de 1997, foram utilizados dados da estação meteorológica automática instalada em Votuporanga – SP, situada na mesma altitude, com dados representativos do local do experimento.

Os dados de produção mensal (g/planta/sangria) foram obtidos em 30 plantas de cada um dos clones RRIM-623 e C-297, com coleta em forma de coágulos, recolhidos mensalmente, de abril de 1992 a dezembro de 1997, utilizando-se coeficiente 0,55 para transformação em borracha seca.

Para o cálculo da evapotranspiração no ano de 1997 foram considerados os métodos de Penman (1948) e de Thorthwaite & Mather (1955). Para estimar a evapotranspiração da cultura (Etc) foi considerada a variação da demanda hídrica e da área foliar conforme Monteny (1983):

$$Etc = Eto . Kc ,$$

com Kc variável entre 0,40 – 0,60 em setembro e 1,0 – 1,25 de janeiro a junho.

Os balanço hídricos mensais foram elaborados segundo Thorthwaite & Mather (1955), considerando-se 100 mm de armazenamento máximo.

Os valores de 32°C e 4°C foram utilizados no modelo como limites prováveis condicionantes de penalização por temperatura.

Para análise das relações mensais térmicas e hídricas com a produção de borracha seca foi utilizado o modelo adaptado por Ortolani et al. (1996), do tipo multiplicativo:

$$Y = Yp . Fdef . Fexc . Fterm$$

Os valores da produtividade potencial anual (Yp) para os clones RRIM-623 e C-297 foram transformados em Yp mensais segundo função senoidal descrita em Ortolani et al (1966) e Ortolani et al (1997).

A análise estatística baseou-se no cálculo dos coeficientes de determinação (R²) e do índice de concordância d, proposto por Wilmott et al (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos componentes do modelo (Fdef, Fexc e Fterm) para o período de 1992 a 1997 mostrou que Fexc. foi o que menos penalizou a produção. Para o estresse hídrico representado por Fdef, ao contrário, foram verificadas 38 penalizações em 69 meses, com ocorrências de secas mais intensas ($F_{def} < 0,6$) nos de 1994, 1995 e 1996. O componente Fterm, com raras exceções oscilaram entre 0,8 e 1,0, exceto no mês de junho de 1994.

Os resultados obtidos (Fig. 1) para os clones RRIM-623 e C-297 podem ser considerados válidos para teste do modelo. Os dados de produção foram obtidos em latossolo vermelho amarelo, com idades de plantas e sistema de exploração ($s/2 .d/2$), diferentes dos utilizados em Ortolani et al. (1996) para desenvolvimento do modelo.

Na tabela 1 constam os resultados da análise estatística para avaliação de performance do modelo para os dois clones, com valores de R^2 iguais a 0,73 e 0,71. Os índices de concordância foram de 0,88 para o clone RRIM-623 a 0,86 para o clone C-297, embora com pequenas dispersões absolutas e relativas entre os valores estimados e observados.

Tabela 1. Análise estatística do modelo utilizado para a estimativa da produtividade mensal de borracha seca, em gramas/sangria.árvore, para diferentes clones de seringueira, em Buritama, Estado de São Paulo.

Clone	a	b	R^2	d	Ea	Es	EAM
RRIM 623	3,72	0,67	0,73	0,88	6,24	5,56	4,29
C-297	4,52	0,63	0,71	0,86	6,96	5,52	4,60

a e b - Coeficientes linear e angular da regressão linear, respectivamente

R^2 - Coeficiente de determinação (precisão)

d - Índice de concordância de Willmott (exatidão)

Ea - Erro aleatório

Es - Erro sistemático

EAM - Erro absoluto médio

A análise do modelo original e as alterações propostas para cálculo de Eto e Etc para o ano de 1997 (Tabela 2) mostra uma penalização crescente por Fdef. pela estimativa de Eto para Penman, e Penman-Kc em relação ao de Thornthwaite.

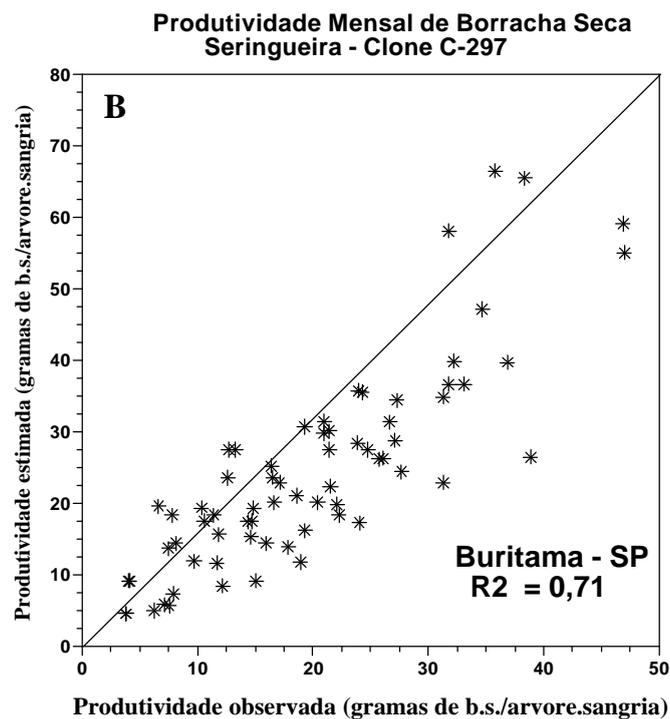
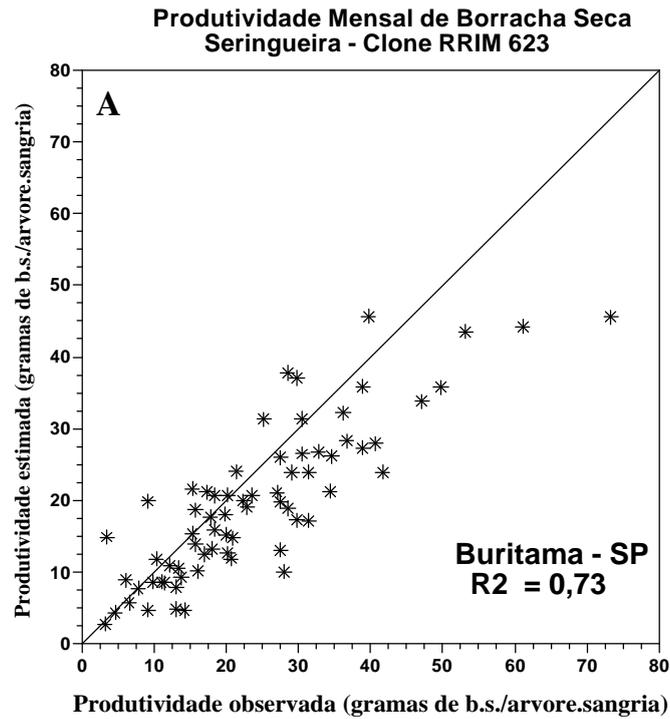


Figura 1. Produtividades mensais de borracha seca (g. b.s./árvore.sangria) observadas e estimadas para os clones RRIM 623 (A) e C-297 (B), na localidade de Buritama – SP, considerando o fator estresse hídrico $(ET_r/ET_o)^{0,5}$.

Tabela 2. Componentes bimestrais dos modelos agrometeorológicos para estimativa de borracha seca, calculados por diferentes estimativas de evapotranspiração para o município em Buritama – SP, para o ano de 1997.

Mês	Método de estimativa da evapotranspiração					
	Thorthwaite		Penman		Penman – Kc	
	F defic	F exced	F defic	F excd	F defic	F exced
Janeiro	0,96	0,75	0,70	0,90	0,71	0,89
Fevereiro	0,98	0,75	0,97	0,75	0,96	0,74
Março	0,90	1,00	0,80	1,00	0,78	1,00
Abril	0,81	1,00	0,60	1,00	0,57	1,00
Mai	0,76	1,00	0,58	1,00	0,53	1,00
Junho	0,83	0,73	0,73	1,00	0,71	1,00
Julho	0,87	0,73	0,73	1,00	0,73	1,00
Agosto	0,70	1,00	0,41	1,00	0,41	1,00
Setembro	0,70	1,00	0,43	1,00	0,54	1,00
Outubro	0,77	1,00	0,63	1,00	0,74	1,00
Novembro	0,87	1,00	0,81	1,00	0,84	1,00
Dezembro	0,98	1,00	0,98	1,00	0,98	1,00

Para o clone RRIM-623 foram obtidos melhores ajustes entre dados observados e estimados para os três métodos de cálculo da demanda hídrica. Em todos os casos o índice de concordância d foi superior a 0,8. Para o C-297 esses índices foram inferiores, embora compatíveis para demonstrar a eficiência do modelo (Tabela 3).

Tabela 3. Análise estatística dos modelos utilizados para a estimativa da produtividade mensal de borracha seca, em gramas/sangria.árvore, para diferentes clones de seringueira, em Buritama, Estado de São Paulo, para o ano de 1997.

Clone	Estimativa Eto	a	b	R ²	d	Ea	Es	EAM
RRIM 623	Penman	-1,13	0,79	0,73	0,83	8,58	6,24	8,14
	Penman-Kc	0,78	0,73	0,72	0,82	9,02	5,76	8,31
	Thornt.	5,62	0,66	0,66	0,83	7,30	6,11	5,82
C-297	Penman	10,12	0,40	0,69	0,69	16,71	7,16	12,47
	Penman-Kc	12,04	0,35	0,67	0,67	17,50	6,83	12,61
	Thornt.	9,76	0,48	0,76	0,76	13,86	5,45	9,9

a e b - Coeficientes linear e angular da regressão linear, respectivamente

R² - Coeficiente de determinação (precisão)

d - Índice de concordância de Willmott (exatidão)

Ea - Erro aleatório

Es - Erro sistemático

EAM - Erro absoluto médio

BIBLIOGRAFIA

- CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. and ROSA, S.M. Desenvolvimento e teste de modelo agrometeorológico de estimativa da produtividade de laranjais. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1995. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, Campina Grande, PB, Anais. Campina Grande. p. 412-414. 1995
- DOORENBOS, J. and KASSAM, A.H. Yield response to water. FAO. Irrig. Drain. Pap. 33, Food and Agriculture Organization, Rome, 193 p. 1979
- JANG, A. Climate and natural production of Rubber (*Hevea brasiliensis*) in Xishuangbanna, Southern part of Yunnan province, China. **Int. J. Biometeorology**, v. 32, p. 280-282. 1988
- MONTENY, B.A.; BARBIER, J.M. and BERMOS, C.M. Determination of energy exchanges of a forest-type culture. *Hevea brasiliensis*. In: B.H.Hutchison and B.B. Hicks (Eds.) Reidel Publishing Company, Dordrecht. p. 211-233. 1985
- ORTOLANI, A.A.; SENTELHAS, P.C.; CAMARGO, M.B.P.; PEZZOPANE, J.E.M.; GONÇALVES, P.S. Modelos agrometeorológicos para estimativa da produção anual e sazonal de látex da seringueira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 147-150, 1996.
- ORTOLANI, A.A.; SENTELHAS, P.C.; CAMARGO, M.B.P.; PEZZOPANE, J.E.M. and GONÇALVES, P.S. (1997). Ajuste de função senoidal para modelagem agrometeorológica da produção sazonal de latex da seringueira. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10: 1997. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. Piracicaba, SP. Anais. Piracicaba. pp. 176-178.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water bare soil and grass. **Proc. Royal Soc. London**, Serie A, v. 193, p. 120-146, 1948.
- STEWART, J.I.; HAGAN, R.M. and PRINT, W.O. Production functions of predicted irrigation programmes for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency. Final Report, U.S. Department of Interior, Washington , DC, 80 p. 1976
- THORNTHWAITE, C.W. and MATHER, J.R. The water balance. Centerton, N.J. Pub. in climatology. v. 8, n. 1. 104 p. 1955.
- WILLMOT,C.J., ACKLESON, S.G., FEDDEMA, K.M.; KLINK, D.R. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal Geograph Reseaech**, v. 90, p. 8995-9005, 1985.