

PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO DE STEWART PARA A PREVISÃO DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO CAFÉ PARA TRÊS LOCALIDADES DA REGIÃO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS¹

Luiz Gonsaga de CARVALHO², Gilberto C. SEDIYAMA³, Paulo Roberto CECON⁴, Helena Maria Ramos ALVES⁵

1. INTRODUÇÃO

A realização de estudos sobre a produtividade das culturas relacionadas com os elementos do clima permitem um adequado planejamento na atividade agrícola. Segundo VOSSEN (1990), a redução na produção está relacionada com o acúmulo do déficit hídrico, dependendo do estágio fenológico submetido ao estresse hídrico, sendo esse efeito aditivo e, podendo também o efeito ser multiplicativo. A partir de dados experimentais, PICINI (1998) parametrizou e testou modelos agrometeorológicos e, dentre esses, o que permitiu obter melhores resultados após algumas modificações, foi o modelo aditivo desenvolvido por Stewart et al. e proposto por DOORENBOS & KASSAM (1979), de acordo com a equação a seguir:

$$\frac{Y_e}{Y_p} = ky_0 \left(\frac{Y_a}{Y_p} \right) + \sum_{i=1}^n ky_i \left(\frac{ETR}{ETP} \right)$$

em que, Y_e é a produtividade estimada, Y_p a produtividade potencial, ky_0 o coeficiente de penalização relativo à produtividade do ano anterior (Y_a) em razão da natureza fisiológica da bionalidade de produção do cafeeiro, ky_i o coeficiente de resposta da cultura ao suprimento de água para os sucessivos estádios fenológicos da cultura, ETR a evapotranspiração real, ETP a evapotranspiração potencial e ETR/ETP a penalização hídrica.

Assim, este trabalho teve por objetivo parametrizar e testar o referido modelo utilizando dados de produtividades de lavouras cafeeiras para três localidades do Sul do Estado de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de produtividades utilizados, com a caracterização da bionalidade de produção bem definida são representativos dos municípios de Alfenas (lat.: 21° 20' S, long.: 45° 56' W, alt.: 844 m), Monte Belo (lat.: 21° 23' S, long.: 46° 14' W, alt.: 940 m) e São Sebastião do Paraíso (lat.: 20° 54' S, long.: 47° 03' W, alt.: 982 m). As produtividades potenciais adotadas foram 99, 81 e 88 sacas ha⁻¹ para os três municípios, respectivamente.

As estimativas da disponibilidade hídrica do solo, para uma capacidade de água disponível de 100 mm, foram realizadas pelo método proposto por Thornthwaite & Mather. O valor do coeficiente da cultura (K_c) utilizado para a estimativa da evapotranspiração da cultura foi igual a 1 (um), também utilizado por PICINI (1998). Os dados diários de temperaturas médias e precipitações pluviométricas foram agrupados em escala decendial e mensal, obtendo-se as respectivas médias. Efetuado o balanço hídrico,

obteve-se as estimativas das evapotranspirações relativas (ETR/ETP) para os respectivos períodos

Foram utilizadas duas seqüências distintas de períodos inerente ao ciclo fenológico da cultura para representarem as penalizações hídricas. A primeira seqüência, de acordo com PICINI (1998), compôs-se por três períodos trimestrais: ago/set/out; nov/dez/jan e fev/mar/abr. A segunda seqüência, conforme MATIELLO (1991), ficou composta por: jul/ago/set; out/nov/dez; jan/fev/mar e abr/maio/jun. Em cada um destes períodos, ano a ano, concomitante ao período de produtividades, obteve-se a média das ETR/ETP .

Assim, este modelo foi parametrizado para as seguintes combinações: **Seq1-Men**: dados referentes à médias trimestrais de ETR/ETP mensais para a seqüência composta por ago/set/out; nov/dez/jan e fev/mar/abr; **Seq1-Dec**: médias trimestrais de ETR/ETP decendiais para a seqüência composta pelos mesmos períodos anteriores; **Seq-Men**: médias trimestrais de ETR/ETP mensais para a seqüência composta pelos períodos jul/ago/set; out/nov/dez; jan/fev/mar e abr/ma/jun; **Seq2-Dec**: médias trimestrais de ETR/ETP decendiais para a seqüência composta pelos mesmos períodos anteriores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificando no Quadro 1 os valores de R^2 , para Alfenas e São Sebastião do Paraíso, os modelos apresentam ligeira melhora quando parametrizados a partir de ETR/ETP de médias mensais ou a partir da seqüência 2. Contudo, estas melhoras parecem pouco significativas. Para Monte Belo, nota-se que o primeiro modelo, com ETR/ETP calculadas pela seqüência 1, possui um desempenho ligeiramente melhor em relação ao segundo modelo, contrapondo aos resultados obtidos para os outros municípios.

À título de exemplo, do Quadro 1, o modelo 1 para Alfenas fica assim definido:

$$\hat{Y}_e = Y_p \left[4,06 - 0,48 \left(\frac{Y_a}{Y_p} \right) - 0,52 \left(\frac{ETR}{ETP} \right)_1 - 2,09 \left(\frac{ETR}{ETP} \right)_2 - 1,12 \left(\frac{ETR}{ETP} \right)_3 \right]$$

Verifica-se ainda no Quadro 1 que os parâmetros ky_0 , são significativos, confirmando a importância da produtividade do ano anterior como variável de entrada do modelo. Nota-se que, para Alfenas, entre os parâmetros de ETR/ETP , os que apresentam maior significância são ky_1 e ky_2 ($P \leq 0,1060$). Estes parâmetros compreendem os períodos de julho a janeiro, indicando a maior importância hídrica para o cafeeiro neste período. Em Monte Belo e São Sebastião do Paraíso não foram verificadas

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor. Projeto financiado pelo CNPQ, Proc. N. 474244/2001-6 (NV), mod. APQ

² Dr. Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia, DEG, Universidade Federal de Lavras, CP 37, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: lgonsaga@ufla.br.

³ Professor Titular, DEA/UFV. E-mail: sediyama@ufv.br.

⁴ Professor Titular, DPI/UFV. E-mail: cecon@dpi.ufv.br.

⁵ Pesquisadora, EMBRAPA. E-mail: helena@ufla.br.

Quadro 1. Coeficientes de determinação, testes F, coeficientes da regressão e testes t dos modelos para os municípios do Sul do Estado de Minas Gerais

Coef.	Seq 1 ⁽¹⁾				Seq 2 ⁽²⁾			
	M. m. ⁽³⁾		M. d. ⁽⁴⁾		M. m. ⁽³⁾		M. d. ⁽⁴⁾	
	Mod 1	P ⁽⁵⁾	Mod 2	P ⁽⁵⁾	Mod 3	P ⁽⁵⁾	Mod 4	P ⁽⁵⁾
Alfenas								
R ²	0,882		0,843		0,893		0,879	
F	0,002		0,006		0,007		0,010	
Inters.	4,059	0,005	2,297	0,052	0,931	0,717	1,340	0,155
Ky ₀	-0,482	0,019	-0,594	0,012	-0,646	0,011	-0,632	0,007
Ky ₁	-0,525	0,040	-0,754	0,016	-0,514	0,101	-0,512	0,106
Ky ₂	-2,090	0,015	-1,502	0,063	-1,580	0,009	-1,269	0,010
Ky ₃	-1,117	0,225	0,299	0,726	1,154	0,637	0,542	0,512
Ky ₄	-	-	-	-	0,461	0,365	0,321	0,499
Monte Belo								
R ²	0,782		-		0,772		-	
F	0,009		-		0,032		-	
Inters.	-3,399	0,467	-	-	-0,151	0,986	-	-
Ky ₀	-0,753	0,007	-	-	-0,861	0,004	-	-
Ky ₁	-0,333	0,475	-	-	-0,205	0,646	-	-
Ky ₂	4,731	0,279	-	-	1,665	0,365	-	-
Ky ₃	-0,254	0,947	-	-	-0,217	0,981	-	-
Ky ₄	-	-	-	-	-0,290	0,686	-	-
São Sebastião do Paraíso								
R ²	0,708		0,592		0,735		0,717	
F	0,016		0,064		0,031		0,039	
Inters.	-3,658	0,351	0,148	0,966	-9,214	0,185	-0,330	0,899
ky ₀	-0,679	0,004	-0,687	0,010	-0,902	0,001	-1,035	0,003
ky ₁	-0,258	0,371	-0,220	0,542	-0,253	0,387	-0,625	0,099
ky ₂	-1,475	0,633	0,570	0,848	0,772	0,494	2,184	0,156
ky ₃	6,102	0,092	0,163	0,943	9,317	0,170	-0,319	0,905
ky ₄	-	-	-	-	0,161	0,784	-0,134	0,805

- (1) Seqüência de três períodos trimestrais adotados na penalização hídrica do modelo: ago/set/out; nov/dez/jan e fev/mar/abr.
 (2) Seqüência de quatro períodos trimestrais adotados na penalização hídrica do modelo: jul/ago/set; out/nov/dez; jan/fev/mar e abr/maio/jun.
 (3) Penalizações hídricas do modelo calculadas de médias do balanço hídrico seriado mensal.
 (4) Penalizações hídricas do modelo calculadas de médias do balanço hídrico seriado decendial.
 (5) Nível de significância dos parâmetros pelo teste t.

significâncias estatísticas entre os parâmetros referentes às variáveis de ETR/ETP (ky₁ a ky₄).

Para os testes foram utilizados dados de produtividades de gleba independente. O comportamento dos modelos seguem o mesmo apresentado pelas Figuras 1 e 2 (Alfenas Seq1-mensal). A divisão do ciclo agrícola em fases fenológicas distintas, representadas pelas duas seqüências de períodos trimestrais, com a finalidade de verificar possíveis diferenças de desempenhos não se mostrou eficiente. Isto também foi verificado quando se separou os dados climáticos em períodos mensais e decendiais para a realização do balanço hídrico.

Para Alfenas os valores do índice "d" de WILLMOTT et al. (1985) variaram de 0,81 a 0,84 e r² de 0,61 a 0,67. Para os outros dois municípios ocorreram maior dispersão. Observou-se também que, como na Figura 2, os modelos tendem a superestimar a produtividade. Porém, estes desempenhos são ainda relativamente baixos, onde os resultados dos erros relativos percentuais mostraram-se de modo geral bastante discrepantes variando de -19 a 470 %; de -70 a 1611 % e -72 a 1937 %, para os municípios de Alfenas, Monte Belo e São Sebastião do Paraíso, respectivamente. PICINI (1998), por sua vez, também observou uma grande variação entre as

produtividades observadas e estimadas da cultura do café, variando de -67% a 153% e d = 0,98.

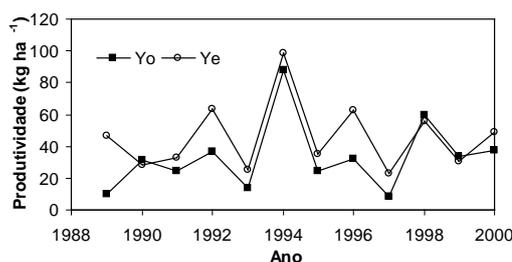


Figura 1. Produtividades observadas e estimadas pelo modelo de penalizações hídricas de médias mensais da primeira seqüência trimestral em Alfenas - MG.

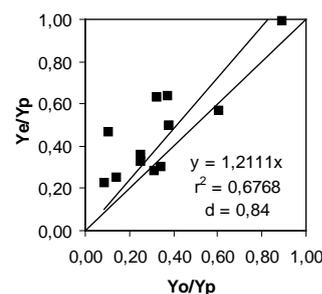


Figura 2. Desempenho entre produtividades observadas e estimadas pelo modelo em Alfenas - MG.

4. CONCLUSÃO

Os modelos não se mostraram satisfatórios na previsão de produtividades para a cultura do café e a utilização de dados de elementos climáticos na escala mensal foram suficientes na parametrização dos modelos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 197p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).
- MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Editora Globo, 1991. 319p. (Coleção do Agricultor - Grãos).
- PICINI, A.G. **Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro (Coffea arabica L.) a partir do monitoramento da disponibilidade hídrica do solo**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. 132p. (Dissertação de Mestrado).
- VOSSEN, P. Comparative statistical validation of two ten-day water-use models and of three yield-reduction hypotheses for yield assessment in Botswana. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.51, p.177-195, 1990.
- WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K.M.; LEGATES, D.R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C.M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Washington D.C., v.90, n.C5, p.8995-9005, 1985.