

SIMULAÇÃO DO RENDIMENTO DE MILHO PELO MODELO GLAM: II. AJUSTE DO MODELO

SIMONE S. DA COSTA¹, HOMERO BERGAMASCHI²,
ANDREW J. CHALLINOR³, TIM R. WHEELER³

¹ Física, Dr., DSA/CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, SP, Email: simone@cptec.inpe.br. ² Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Univ. Federal Rio Grande do Sul, bolsista CNPq, C.P. 15100, CEP 91501.970, Porto Alegre, RS. Email: homerobe@ufrgs.br, ³ Dr., The University of Reading, PO Box 217, Reading RG6 6AH, UK. Email: a.j.challinor@reading.ac.uk, t.r.wheeler@reading.ac.uk

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO - O GLAM (“General Large-Area Model”), que simula a produção de culturas anuais em grande escala, foi inicialmente ajustado e testado para a cultura do amendoim na Índia. Neste estudo, o mesmo é ajustado para a produção da cultura do milho na região subtropical da América do Sul. Adicionalmente, GLAM é avaliado em termos das saídas do modelo, associadas ao crescimento e desenvolvimento da cultura. Ele é ajustado através um conjunto de parâmetros que descrevem as características do milho, solos e clima do Rio Grande do Sul. Estes parâmetros são provenientes de experimentos de campo com milho, conduzidos naquele Estado. As estimativas de índice de área foliar e transpiração pelo modelo GLAM têm concordância com as observações (erros inferiores a 10 %). Estes resultados mostram a grande potencialidade do modelo em estimar safras de milho. Estudos futuros poderão melhorar o desempenho do modelo para previsão e monitoramento de safras de milho na região considerada.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* (L.), modelagem, safras, parametrização.

ABSTRACT – The General Large Area Model (GLAM) was adjusted in order to estimate maize yields (*Zea mays* L.) in the subtropical conditions of South America. GLAM is a process-based model for annual crops that was firstly calibrated for groundnuts in India. This paper aims to present the GLAM adjustment to simulate the high maize yield variability in the subtropical region of South America. Most of parameters used to adjust the GLAM are based on field experiments conducted in Rio Grande do Sul State. Additionally, this study also shows the model validation on plant growth and development. Leaf area index and transpiration simulated by GLAM shows high agreements with observed data (disagreement less than 5 %). Following studies will improve the precision of the model to forecast maize production in the region.

KEY WORDS: *Zea mays* (L.), crop modeling, yield forecasting, parameterization.

INTRODUÇÃO – A importância da agricultura para o Brasil e os grandes efeitos de tempo e clima sobre os cultivos tornam essenciais atividades ligadas à tomada de decisões, planejamento e gerenciamento agrícola. A modelagem numérica é uma ferramenta que pode auxiliar neste sentido. Ela pode ser dividida basicamente em dois tipos (Monteith, 1996): Modelos empíricos, os quais estabelecem relações entre dados observados e meteorológicos, e modelos mecanísticos, que visam quantificar processos em bases físicas e fisiológicas. Estes últimos têm a vantagem de simular a produção sob condições diferentes daquelas nas quais o modelo foi elaborado. A escolha do modelo apropriado depende do nível de conhecimento das relações solo-planta-clima.

A modelagem de safras na região subtropical da América do Sul (Baethgen & Magrin, 1995; Chiara & Cruz, 1997; Mercau et al., 2007) tem permitido novos conhecimentos sobre interações entre ambiente e culturas. No sul do Brasil, o modelo de Jensen (1968) tem sido usado (Berlato, 1987; Matzenauer et al., 1995; Mello et al., 2003) e contribui na avaliação da produção de milho e soja. Este trabalho tem por objetivo ajustar o modelo GLAM (Challinor et al., 2004) para milho no Sul do Brasil. Também visa avaliar a simulação de parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas. Este modelo poderá ser um complemento aos demais modelos adotados no Sul do Brasil. Este trabalho compõe um conjunto de estudos sobre relações entre rendimentos de milho e chuva (Bergamaschi et al., 2007a), ajuste do GLAM para o milho (presente artigo) e simulação de rendimento de grãos (Bergamaschi et al., 2007b).

MATERIAL E METODOS - Dados diários de radiação solar, chuva, temperaturas mínima e máxima são provenientes de 11 estações meteorológicas localizadas na principal região produtora de milho do Rio Grande do Sul. As estações pertencem à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária e ao Instituto Nacional de Meteorologia. A Figura 1 ilustra a parametrização do modelo GLAM. Resumidamente, este modelo simula o balanço de água no solo, crescimento e desenvolvimento das plantas (Challinor et al., 2004). A formulação matemática do modelo foi mantida igual à versão original (Challinor et al., 2004). O GLAM foi ajustado através de parâmetros de entrada associados ao desenvolvimento e crescimento das plantas, processos de evaporação e transpiração e características de solo. A versão adaptada para milho, denominada por GLAM-Maize, será apresentada em detalhes em artigo a ser publicado em breve. A maioria dos dados utilizados para o ajuste do GLAM-Maize é proveniente de experimentos de campo realizados no Rio Grande do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - A escolha do modelo GLAM se deve a várias razões. Primeira, o GLAM combina formulações de modelagem empírica e mecânica, que permite simular a produção agrícola sob diferentes condições meteorológicas, tais como aquelas indicadas pelos cenários de mudanças climáticas (Challinor et al., 2004; 2005). Segunda, poucos parâmetros de entrada são requeridos pelo modelo. Terceira, ele pode ser acoplado às saídas de modelos meteorológicas de previsão de tempo e clima. Quarta, o GLAM fornece várias saídas, além do rendimento de grãos, como balanço hídrico do solo, biomassa, evapotranspiração, que são importantes para analisar respostas das plantas aos diferentes fatores ambientais.

A Figura 2 mostra variação temporal dos dados observados de índice de área foliar (IAF) do milho. Estes dados são médios de seis safras (de 1993/1994 a 1998/1999) no município de Eldorado do Sul. Também apresenta a evolução temporal de IAF estimado pelo modelo GLAM-Maize no mesmo período (1993/1994 a 1998/1999) para Santa Rosa. O modelo apresenta alta concordância com os dados observados. O modelo estima o valor máximo de IAF aos 74 dias depois da semeadura, apenas dois dias mais tarde dos dados observados. O início de enchimento de grãos e a maturação fisiológica ocorrem, respectivamente, quatro e um dias mais cedo do que o observado. O milho é fortemente influenciado pelas condições de água no solo, sendo que a transpiração durante o ciclo é considerada como um dos principais fatores da produção da cultura.

A Figura 3 mostra a evolução temporal da transpiração observada e estimada. A transpiração observada atingiu 0.63 cm dia^{-1} , quando IAF foi máximo. Depois deste ponto, a transpiração diminuiu rapidamente devido a senescência e redução da demanda evaporativa. O modelo simula com precisão a taxa de transpiração até o início de formação de grãos (erros inferiores a 5%), mas simula uma estabilização no restante do ciclo. Este desacordo pode ser atribuído à parametrização do modelo, que utiliza dados de Azam-Ali (1984) para amendoim, já que a transpiração é mantida na sua taxa

máxima. Uma das etapas futuras deste estudo será a modificação da parametrização de transpiração, ajustando-a a dados observados (Figura 3).

A Figura 4 mostra o total anual de evapotranspiração para milho estimado pelo GLAM-Maize durante cinco ciclos (1993/1994 a 1997/1998). Também apresenta dados observados de cinco ciclos de milho irrigado. Os totais dos anos mais chuvosos (1994, 1995 e 1998) apresentam alta concordância com dados experimentais. Porém, a evapotranspiração estimada é menor do que a demanda hídrica da cultura em anos de estiagem (1996 e 1997), em função do déficit hídrico na cultura não irrigada. A ordem de magnitude da evapotranspiração, em particular da transpiração, sugere que a parametrização de GLAM-Maize é representativa para o milho nas condições do Sul do Brasil. A precisão do modelo em simular fenologia, transpiração e evapotranspiração é um indicativo de seu potencial em monitorar safras. O modelo é validado através de estimativas de safra sob diferentes condições atmosféricas, escalas espaciais e tendências tecnológicas. As estimativas de produção de safra do modelo GLAM-Maize tiveram elevada concordância com observações de 16 anos (Bergamaschi et al., 2007b), ratificando a adequação do ajuste do modelo, embora numa versão preliminar.

CONCLUSÃO - O ajuste do modelo GLAM-Maize está adequado para simulação de cultivos de milho no Sul do Brasil, quanto a fenologia, índice de área foliar, transpiração e evapotranspiração. Estudos futuros poderão melhorar o desempenho do modelo GLAM-Maize para monitoramento e previsão de safras utilizando dados de previsão de tempo e clima em escala sazonal. Adicionalmente o modelo será testado para outras regiões produtoras do milho na região subtropical da América do Sul.

AGRADECIMENTOS - Ao CNPq (Brazil) pelo suporte financeiro, Fepagro e INMET pelos dados meteorológicos e demais autores referenciados, que possibilitaram esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMASCHI, H. et al. Simulação do rendimento de milho pelo modelo Glam: I. Relações entre rendimentos e chuva em diferentes escalas espaço-temporais no sul do Brasil. Aracaju, Congr. Brasil. Agrometeor., 15 ... Anais (neste volume). 2007a.
- BERGAMASCHI, H. et al. Simulação do rendimento de milho pelo modelo Glam: III. Validação do modelo. Aracaju, Congr. Brasil. Agrometeor., 15 . Anais (neste volume). 2007b.
- BERLATO, M.A. 1987. Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul (Doctoral thesis). S. J. Campos, Brazil. INPE. 1987. 93p.
- BAETHGEN, W.E.; MAGRIN, G.O. Assessing the impacts of climate change on winter production in Uruguay and Argentina using crop simulation models. p. 207–228. 1995.
- CHALLINOR, A.J. et al. Design and optimisation of a large-scale process-based model for annual crops. Amsterdam. Agricultural and Forest Meteorology, v. 124, p.99-192. 2004.
- CHALLINOR, A. J. et al. Probability simulations of crop yield over western India using the DEMETER seasonal hindcast ensembles. Tellus, 57A, p. 498-512. 2005.
- CHIARA, J. P.; CRUZ, G. Preliminary results from implementation of SPUR2 model in Uruguay. Clim Res (9) 9-15, 1997.
- JENSEN, M.E. Water consumptions by agricultural plants. In: KOZLOWSKY, T.T. (ed.) N. York, Academic Press. Water deficits and plant growth. v. 2, p.1-22. 1968.
- MATZENAUER, R. et al. Agrometeorological models to estimate maize yield as a function of water availability in the State of Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 1, n. 2, p. 225-241, 1995.
- MELLO, R.W. et al. Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento da soja para o estado do Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (Brazilian Symposium of Remote Sensing), XI, Belo Horizonte, Brazil, 2003. Anais.. p. 172-179, 2003.

MERCAU, J.L. et al. Predicting on-farm soybean yield in pampas using CROPGRO-soyean. Field Crops Research, v.100, p. 200-209. 2007.
 MONTEITH, J. L. The quest for balance in crop modeling. Madison. Agronomy Journal, v. 88, p. 695-697, 1996.

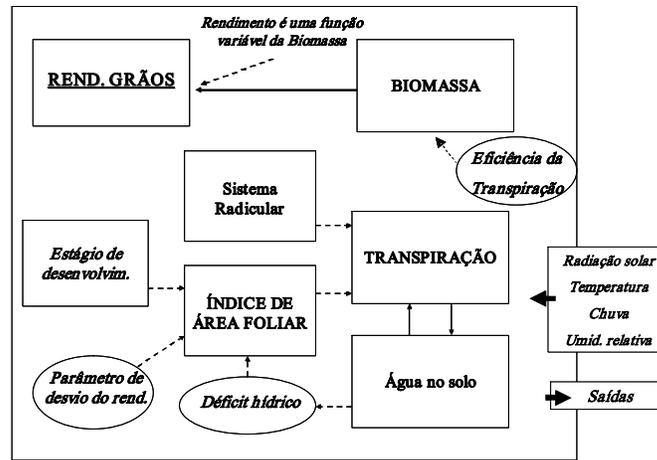


Figura 1. Diagrama do modelo GLAM (adaptado Challinor et al., 2005).

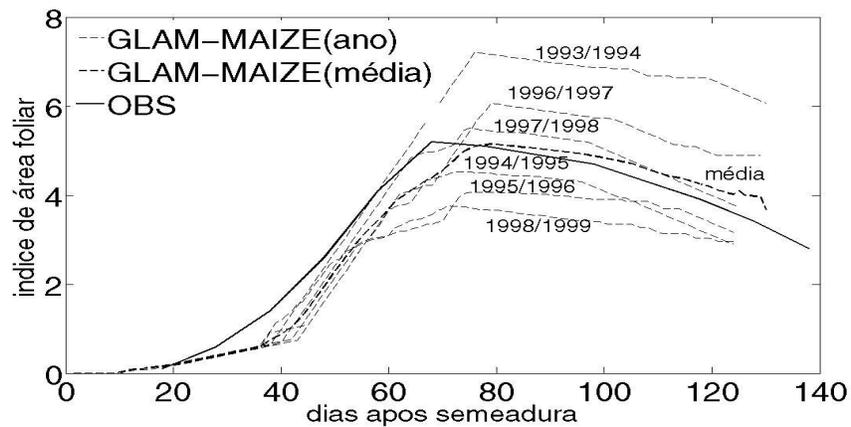


Figura 2. Índice de área foliar do milho estimado e observado, relativos aos anos 1993/94 a 1998/99. Os dados observados são de Eldorado do Sul (RS) e os dados estimados pelo GLAM-Maize são de Santa Rosa (RS).

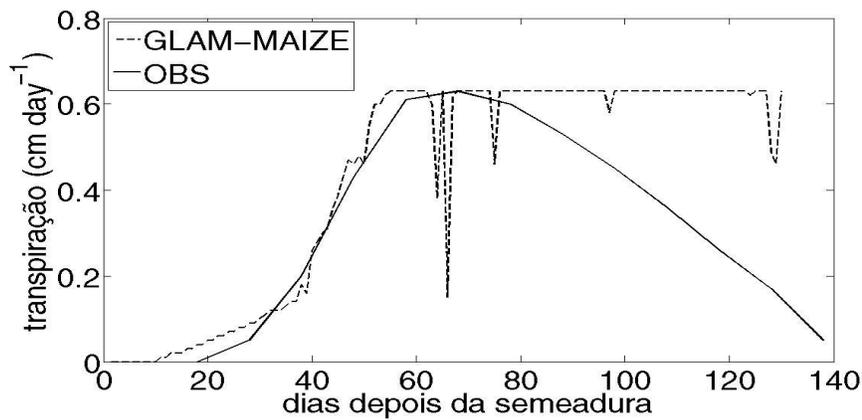


Figura 3. Taxa média de transpiração observada (linhas sólidas) e estimada pelo GLAM-Maize (linhas tracejadas). As observações são para Eldorado do Sul (RS) e as estimativas para Santa Rosa (RS).

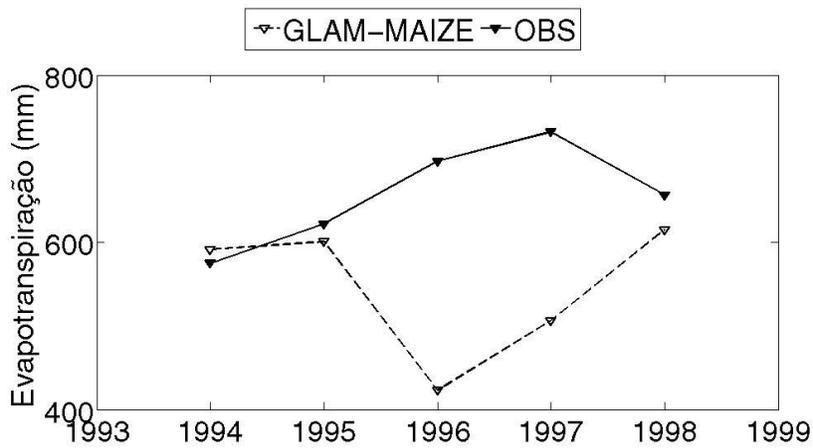


Figura 4 – Evapotranspiração total anual observada (linhas sólidas) e estimada pelo GLAM-Maize (linhas tracejadas). As observações são para Eldorado do Sul (RS) e as estimativas para Santa Rosa (RS).