

Avaliação dos efeitos da ferrugem asiática no rendimento da cultura da soja utilizando o Dssat Cropgro-Soybean no Estado de Minas Gerais

Rafael de Ávila Rodrigues¹, Clyde William Fraisse², José Maurício Cunha Fernandes³, Flávio Barbosa Justino¹, Francisco Xavier Ribeiro do Vale⁴, Luiz Cláudio Costa¹

¹ Doutorando em Meteorologia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV/DEA, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. Fone: (0^{xx}31) 3899-1859. E-mail: rafaelvo@hotmail.com

² Assistant Professor, Climate Specialist, Agricultural & Biological Engineering Department University of Florida, Gainesville, FL

³ Pesquisador Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

¹ Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV/DEA, Viçosa-MG

⁴ Prof. Titular, Departamento de Fitopatologia, UFV/DFP, Viçosa-MG

¹ Prof. Adjunto. Departamento de Engenharia Agrícola, UFV/DEA, Viçosa-MG

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Abstract – This work aimed to: test the performance of DSSAT CROPGRO: Soybean in BRS Valiosa cultivar, evaluating the coupling module of Asian Soybean Rust to DSSAT MODELS CROPGRO: Soybean, considering on and off soybean culture yield simulations. Experimental data for evaluation, testing and fitting genetic coefficients of the model for cultivar were obtained during the 2005-2006, 2006-2007 and 2009-2010 growing seasons. GLUE (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation) was used to estimate genetic coefficients. The pedo-transference functions were used to estimate soil physical parameters. The soybean yield simulations were based on the meteorological data of 42 Conventional Stations of the National Institute of Meteorology (INMET). The model presented high sensitivity to genetic coefficient variation by of the cultivar analyzed, as well as phenological development and grain yield. Analyzing the effects of Asian rust, Valiosa cultivar (medium to medium late), presented a high effect on yield.

KEY WORDS: DSSAT Cropgro: Soybean, Asian rust, yield

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais plantas produzidas no mundo e matéria prima empregada na elaboração de diversos produtos, desde óleo até papel (OLIVEIRA *et al.* 2005). A produção de soja no Brasil tem crescido a cada ano, atingindo 2,82 ton.ha⁻¹ na safra 2006/07. Nos Estados do Mato Grosso e Paraná a produtividade alcançou patamares superiores a 3,0 ton.ha⁻¹. Na safra 2009/2010, produziu 67,9 milhões de toneladas de soja (CONAB, 2010). Dentre as doenças que ocorrem na cultura da soja, a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, é considerada a doença de maior potencial destrutivo.

As perdas econômicas devido a esta doença no Brasil, que foram estimadas em 125 milhões de dólares na safra de 2001/2002, saltaram para mais de um bilhão de dólares em 2002/2003, e para mais de dois bilhões de dólares em 2003/2004 (YORINORI, 2005). Segundo estimativas recentes, os danos na produtividade provocados pela ferrugem asiática da soja somaram aproximadamente 4,5% da safra brasileira de soja em 2006/07, o que equivale a 2,67 milhões de toneladas de grãos. Somando-se o custo da operação de controle, o custo total da ferrugem asiática na safra 2006-2007 foi estimado em U\$ 2,19 bilhões

(EMBRAPA, 2007) e gerou um custo de US\$ 1,74 bilhões na safra 2008/2009, segundo o Consórcio Antiferrugem.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a perda no rendimento a partir do módulo de doença da ferrugem asiática (PEDRINI, 2010), integrado ao DSSAT Cropgro-Soybean (JONES et al., 2003) na estimativa do crescimento, desenvolvimento e da produtividade da cultura da soja nas diferentes Mesorregiões de Minas Gerais, utilizando a cultivar BRSVálida (médio a semitardio), considerando as simulações com e sem os efeitos no rendimento da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se a versão 4.5 do DSSAT. Os dados meteorológicos utilizados pelo modelo, considerados como dados de entrada, compreenderam 42 (quarenta e duas) Estações Meteorológicas sob responsabilidade do 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com dados diários observados de temperatura média, máxima e mínima do ar (°C), precipitação (mm), e número de horas de insolação (n) para o cálculo da radiação solar ($\text{MJ} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$).

Dados de Solos

A base de dados foi obtida a partir do projeto RADAM-BRASIL (BRASIL, 1986). Selecionamos cada tipologia de solo a partir das coordenadas geográficas de cada Estação Meteorológica, sempre buscando determinar o solo mais representativo. Para a estimativa dos valores de ponto de murcha, capacidade de campo e saturação utilizamos a metodologia de Tomasella (2000), a qual possui as funções de pedotransferência para a estimativa das curvas de retenção de água no solo, sendo desenvolvida exclusivamente para solos brasileiros.

Estimativa da duração do período de molhamento foliar

A partir dos dados diários de temperaturas máxima e mínima do ar (INMET) das 42 Estações Convencionais, foi utilizado o Algoritmo proposto por Parton e Logan (1981), para a transformação da mesma em dados horários, assumindo que a temperatura mínima seria como próxima da temperatura do Ponto de Orvalho. Posteriormente, foi estimada a umidade relativa do ar horária e depois foram gerados os dados do período de molhamento foliar – considerando a umidade relativa do ar maior ou igual a 90% e maior ou igual a 95% –, utilizando o método empírico proposto por Sentelhas (2007), o qual considera que o início da condensação na superfície das folhas ocorre, quando a umidade relativa do ar é maior ou igual a 90%. O procedimento descrito acima foi realizado, conseguindo-se, dessa forma, estimar valores diários de período de molhamento foliar (PMF).

Base cartográfica utilizada na elaboração dos mapas

Para elaboração de toda a base cartográfica para as mesorregiões do Estado de Minas Gerais, utilizou-se o *software* ArcGis versão 9.2. A base de dados utilizada corresponde à base do Instituto Brasileiro de Geografia – IBGE. Com a finalidade de visualizarmos a representação espacial da produtividade no estado, foram agrupadas 10 classes de produtividade (kg/ha), ordenadas da seguinte maneira: >5000, 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000 e <500.

A partir das simulações realizadas, considerando as 04 datas de semeadura nas 42 Estações Meteorológicas Convencionais do INMET, para cada data de semeadura, foram espacializados tais valores pelo método da interpolação, através da krigagem, incluída no aplicativo *Arc Toolbox*, na extensão *Spatial Analyst*.

DADOS EXPERIMENTAIS

Caracterização dos Experimentos conduzidos em 2005-2006 e 2009-2010

Foi utilizada a cultivar de soja Valiosa. O experimento foi conduzido no Viveiro do Café, área experimental que pertence ao Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil, (Latitude - 20° 44' 48.5''S, Longitude -42° 50' 58.4''W, altitude 670 m), no município de Viçosa.

Calibração dos coeficientes genéticos utilizando a metodologia GLUE

Os procedimentos utilizados para a calibração e teste dos coeficientes genéticos consistiram conforme recomendação de Jones *et al.* (2003).

Para estimativa dos coeficientes genéticos utilizamos a metodologia GLUE (do inglês, *Generalized Likelihood Uncertainty Estimation*), presente no DSSAT versão 4.5, segundo He (2009). O Glue é uma ferramenta Bayesiana que usa o método de Monte Carlo, é uma função de probabilidade normal (Gaussiana) para encontrar o melhor conjunto de coeficientes, baseando-se nos dados observados em campo e nas saídas do modelo, associados com os dados de clima e solo do respectivo experimento. O conjunto de parâmetros que oferecer a maior probabilidade, ou seja, na redução do erro entre a diferença do estimado e observado, será selecionada como o melhor conjunto de coeficientes. A cultivar Valiosa teve a simulação utilizando o GLUE de 3,000.

Validação do Modelo Cropgro-Soybean a partir do ano agrícola 2006-2007

A validação foi efetuada a partir do trabalho realizado por Vasconcelos (2009). A cultivar utilizada para a validação foi a Splendor (BRS Valiosa).

Resultados e Discussão

Os experimentos conduzidos durante os anos de 2005-2006 e 2009-2010 foram utilizados para calibrar e testar o modelo CROPGRO: Soybean, enquanto que o experimento conduzido durante a safra 2006/2007 foi utilizado para a construção de um novo arquivo X com a entrada dos dados de Vasconcelos (2009), utilizando os mesmos coeficientes genéticos da Valiosa para, posteriormente, realizar a simulação no intuito de observar a variação do simulado e observado, considerando o ano de 2006/2007 no que tange à validação dos dados.

Foram analisadas as datas de semeadura mais representativa para cada mês, sendo: 15 de outubro, 21 de novembro, 26 de dezembro e 23 de janeiro, de acordo com o calendário agrícola de Minas Gerais. As simulações levaram em consideração os efeitos na produtividade considerando o efeito da ferrugem com duração do período de molhamento foliar com Umidade Relativa do ar maior ou igual a 90% e 95%, as quais foram obtidas através da série histórica de temperaturas máxima e mínima do INMET.

Em 28 de novembro, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba apresentam as maiores produtividades em torno de 4200 kg ha⁻¹. Entretanto, o norte de Minas apresenta baixos valores de produtividade, bem como menor favorabilidade para a ocorrência de ferrugem nas respectivas datas. Em 26 de dezembro, o Triângulo Mineiro começa a apresentar queda na produtividade, alcançando, no dia 23 de janeiro, as menores produtividades, sendo que na mesma data o Vale do Mucuri e Vale do Rio Doce, destacam-se como detentores de maior rendimento. Observamos que a cultivar Valiosa é afetada devido ao efeito da ferrugem com PMF maior ou igual a UR90%, com a produtividade diminuindo devido ao maior número de horas de molhamento foliar, proporcionando uma configuração espacial heterogênea devido ao impacto da ferrugem, como mostra a Figura 01a, 01b, 01c, 01d, 01e, 01f, 01g, 01h, 01i, 01j, 01l.

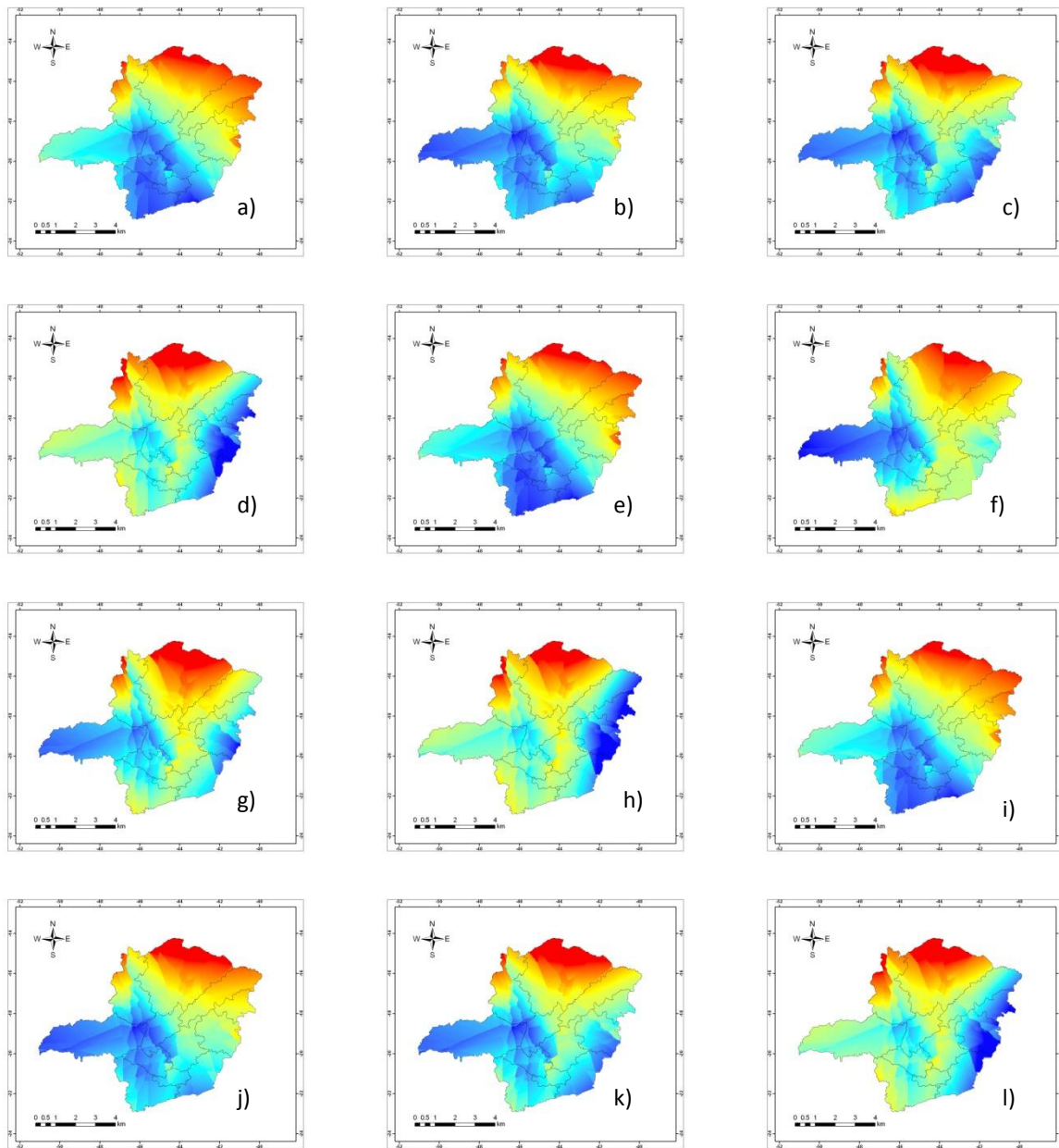


Figura 01: Variação da produtividade média simulada (kg ha^{-1}) em MG na cultivar BRS Valiosa, compreendendo as datas de semeadura entre a) 15 de outubro, b) 28 de novembro, c) 26 de dezembro e d) 23 de janeiro sem ferrugem; e) 15 de outubro, f) 28 de novembro, g) 26 de dezembro e h) 23 de janeiro com ferrugem $\text{PMF} \geq \text{UR}90\%$; i) 15 de outubro, j) 28 de novembro, k) 26 de dezembro e l) 23 de janeiro com ferrugem $\text{PMF} \geq \text{UR}95\%$

CONCLUSÕES

O modelo apresentou alta sensibilidade à variação dos coeficientes genéticos por meio da cultivar analisada BRS Valiosa, bem como do desenvolvimento fenológico e da produtividade de grãos, a partir das condições de solo e clima de MG, considerando os efeitos impostos pela ferrugem asiática no rendimento da cultura da soja.

A metodologia GLUE estimou satisfatoriamente os coeficientes genéticos para as cultivares, mostrando ser uma importante ferramenta a ser utilizada no entendimento e análise da produtividade a partir de novas cultivares.

Por meio das análises efetuadas observamos que a cultivar de ciclo médio a semitardio (Valiosa) apresentou a tendência de expressar rendimentos (Kg/ha) menores durante o período simulado, considerando o efeito da ferrugem asiática com $PMF \geq UR90\%$.

Agradecimentos

Agradecemos ao João Eduardo Pedrini, pela valiosa contribuição na realização das simulações bem como ao Professor Willingthon Pavan pela disponibilização de toda infraestrutura necessária no Laboratório de Modelagem da Universidade de Passo Fundo – RS. A CAPES e ao CNPq pela concessão das Bolsas de Doutorado e Doutorado Sanduíche no Exterior.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. RADAM Brasil 1973-1986. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 25 de nov. 2010.
- EMBRAPA SOJA. Tecnologias de Produção de Soja, Paraná, 2007. Londrina, 2006. 220p. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br. Acesso em: 30 nov. 2010.
- HE, J.; DUKES, M. D.; JONES, J. W.; GRAHAM, W. D.; JUDGE, J. Applying Glue for estimating Ceres-Maize Genetic and soil parameters for sweet corn production. American. **Transactions ASABE**, v.52, n.6, p.1907-1921, 2009.
- JONES, J. W.; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. H.; BOOTE, K. J.; BATCHELOR, W. D.; HUNT, L. A.; WILKENS, P. W.; SINGH, U.; GIJSMAN, A. J.; RITCHIE, J. T. The DSSAT cropping system model. **European Journal of Agronomy**, Oxford, v.18, n.3/4, p.235-265, 2003.
- OLIVEIRA, R. C.; DI MAURO, A. O.; TREVISOLINI, S. H. U.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; PERECIN, D.; ARANTES, N. E. Progenies superiores de soja resistentes ao tipo 3 do nematóide de cisto da soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.8, p.745-751, ago. 2005.
- PARTON, W. J.; LOGAN, J. A. A model for diurnal variation in soil and air temperature. **Agric For Meteorol.** 23:205–216, 1981.
- PEDRINI, J. E. **Acoplando um modelo de doenças ao modelo cropgro-soybean: ferrugem asiática da soja**. Dissertação de mestrado - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, jul. 2010.
- SENTELHAS, P.C., GILLESPIE, T.J.,. Estimating hourly net radiation for leaf wetness duration modelling using the Penman–Monteith equation. **Theor. Appl. Climatol**, 2007. doi:10.1007/s00704-006-0290-0.
- TOMASELLA, J.; HODNETT, M. G.; ROSSATO, L. Pedotransfer functions for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.64, p.327-338, 2000.
- VASCONCELOS, E. S. **Produtividade de grãos e padrão de resposta da soja às variações ambientais no Estado de Minas Gerais**. 2009. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES, J. J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003, 2005, **Plant Disease**, v.89, p.675- 677.