

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO CANEGRO/DSSAT AOS COEFICIENTES GENÉTICOS

JOÃO MARCELO HOFFMANN DE SOUZA¹; SANTIAGO VIANA CUADRA²; IVAN RODRIGUES DE ALMEIDA³; RENÃ MOREIRA ARAÚJO⁴; JOÃO RODRIGO CASTRO⁵; LUCIANA BARROS PINTO⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas – jm.hoffmann@yahoo.com.br*

²*Embrapa Clima Temperado – santiago.cuadra@embrapa.br*

³*Embrapa Clima Temperado – ivan.almeida@embrapa.br*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – rena543@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – joaorodrigo2005@gmail.com*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – luciana.pinto@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais fontes de incertezas nos modelos deve-se aos erros de parametrização (MONOD et al., 2006). A calibração correta dos coeficientes genéticos de modelos de culturas agrícolas tem papel fundamental para que as simulações sejam coerentes com os dados observados em campo. Mas, muitas vezes não é possível calibrar parte dos coeficientes genéticos para a realidade de um determinado local com base em dados experimentais, de modo que o ajuste tem de ser feito manualmente, por tentativa e erro, ou através de algum algoritmo de otimização, até que se tenha o melhor resultado para os dados de saída do modelo.

A identificação dos coeficientes genéticos que causam maior influência nos dados de saída dos modelos reduz o número de parâmetros a serem otimizados, já que alguns podem apresentar sensibilidade baixa ou nula. A análise de sensibilidade tem como objetivo identificar e quantificar a resposta de um modelo com relação aos elementos que estão sujeitos à incerteza ou à variabilidade (MONOD et al., 2006). Assim, esse trabalho tem por objetivo desenvolver o teste de sensibilidade dos coeficientes genéticos utilizados no modelo de simulação da cultura da cana-de-açúcar CANEGRO/DSSAT (CD) (INMAN-BAMBER, 1991; SINGELS, BEZUIDENHOUT, 2002) e identificar quais parâmetros tem maior influência nos valores de produtividade simulados.

2. METODOLOGIA

O CD faz uso de 20 parâmetros que têm como objetivo capturar as diferenças entre as cultivares de cana-de-açúcar. O teste de sensibilidade foi desenvolvido variando um parâmetro por vez dentro de um determinado intervalo e mantendo os demais constantes, utilizando a parametrização de BARROS et al. (2014). Os limites de variação de cada coeficiente genético foram escolhidos como o menor e o maior valor obtidos de parametrizações encontradas na literatura para cultivares brasileiras (NASSIF et al., 2012; SILVA, 2012; BARROS et al., 2014; MARIN, 2014).

Foram simulados pelo CD o peso seco do colmo, peso seco de sacarose na colheita e índice de área foliar máximo, para um período de 20 anos, de 1995 a 2014, para três datas de colheita em cada ano: 01 de Agosto, 01 de Setembro e 01 de Outubro. As simulações foram realizadas para o ciclo de cana-soca com colheita 365 dias após o corte. O modelo CD foi executado utilizando dados meteorológicos de radiação, temperatura máxima e mínima do ar e precipitação total diária da

estação meteorológica convencional localizada na Embrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas, no município de Capão do Leão - RS.

Os efeitos das variações dos parâmetros nos valores simulados em relação a simulação base foram avaliados pelo desvio padrão (D) (RIVERA et al., 2008):

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_m(i) - y_s(i))^2}{N}}$$

onde $y_m(i)$ é o valor simulado pelo modelo sem variação no parâmetro (simulação base), $y_s(i)$ é o valor simulado pelo modelo com variação no parâmetro e N o total de simulações. Quanto maior for D , maior é a sensibilidade do parâmetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1-3 mostram os valores de D para os parâmetros que tiveram desvio padrão diferente de zero, para as três datas de colheita, para as variáveis peso seco do colmo, peso seco de sacarose e índice de área foliar máximo, respectivamente. Observa-se que para o peso seco do colmo (Figura 1) e da sacarose (Figura 2) foram identificados como principais parâmetros o PARCEmax (máxima eficiência na conversão da radiação expressa em assimilados produzidos antes da respiração por unidade PAR) e o STKPFmax (fração máxima de incremento diário de massa seca da parte aérea que é particionada para o colmo). Ocorreu variação entre as simulações para um mesmo parâmetro, sendo a sensibilidade desses dois parâmetros maior nas simulações com colheita em Outubro e menor com colheita em Agosto.

Outros parâmetros que mostraram-se sensíveis com D acima de 1 t ha^{-1} nas simulações do peso seco do colmo e da sacarose foram: CHUPIBASE (graus dias para o início do crescimento do colmo), LFMAX (número máximo de folhas verdes saudáveis) e TT_POPGROWTH (graus dias da emergência até o pico da população de perfilhos). Os parâmetros SUCA (sacarose máxima contida na base do colmo) e TBFT (temperatura em que o particionamento de massa do colmo para a sacarose é 50% do valor máximo) apresentaram D nulo na simulação do peso seco do colmo. Para o peso seco de sacarose SUCA apresentou alta sensibilidade enquanto que a TBFT apresentou pouca (Figura 2).

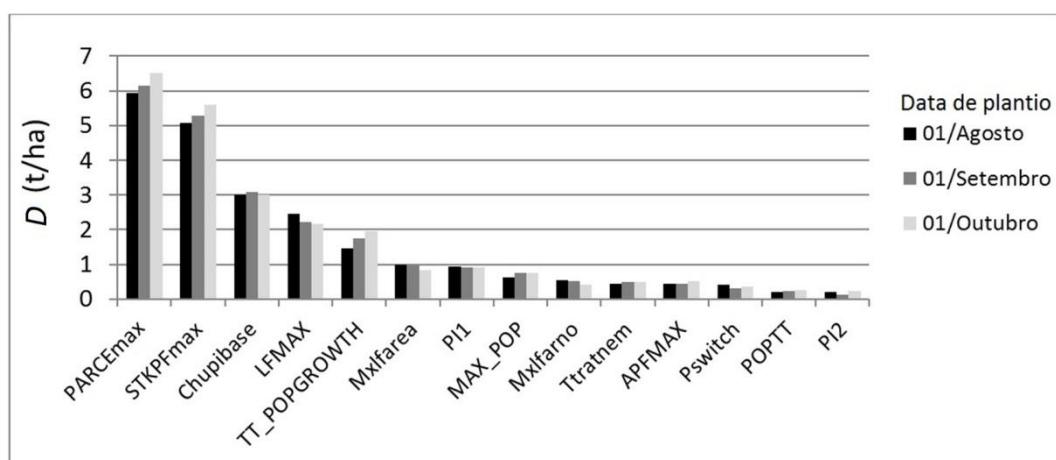


Figura 1. Desvio padrão (D , t ha^{-1}) do teste de sensibilidade dos coeficientes genéticos de cultivar do modelo CD para a simulação do peso seco do colmo.

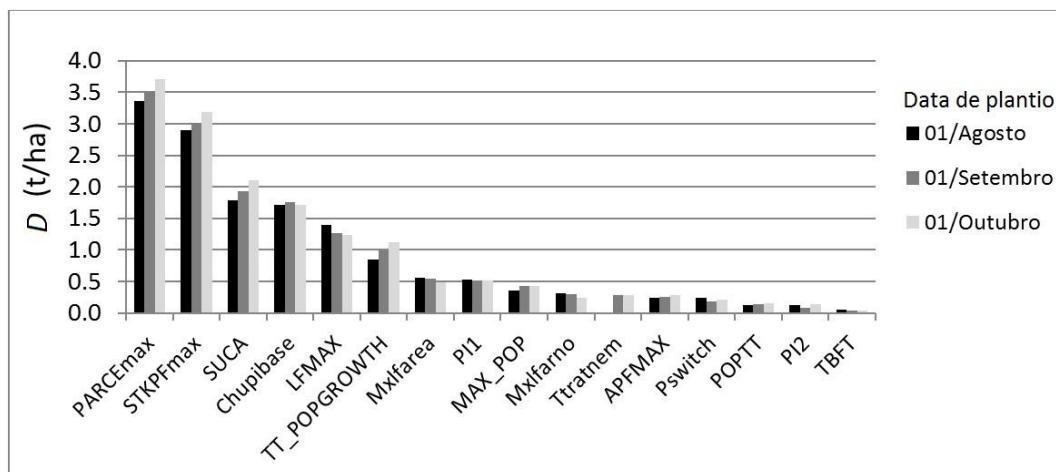


Figura 2. Desvio padrão (D , $t \text{ ha}^{-1}$) do teste de sensibilidade dos coeficientes genéticos de cultivar do modelo CD para a simulação do peso seco de sacarose na colheita.

Para a simulação do índice de área foliar máximo (Figura 3) os parâmetros que resultaram em maior variação foram o LFMAX, o TT_POPGROWTH e a Mxlfarea (área da maior folha). Os parâmetros PARCEmax e STKPFmax que resultaram nas maiores sensibilidades nas estimativas de peso seco do colmo e de sacarose, na simulação do índice de área foliar máximo mostraram-se pouco influentes.

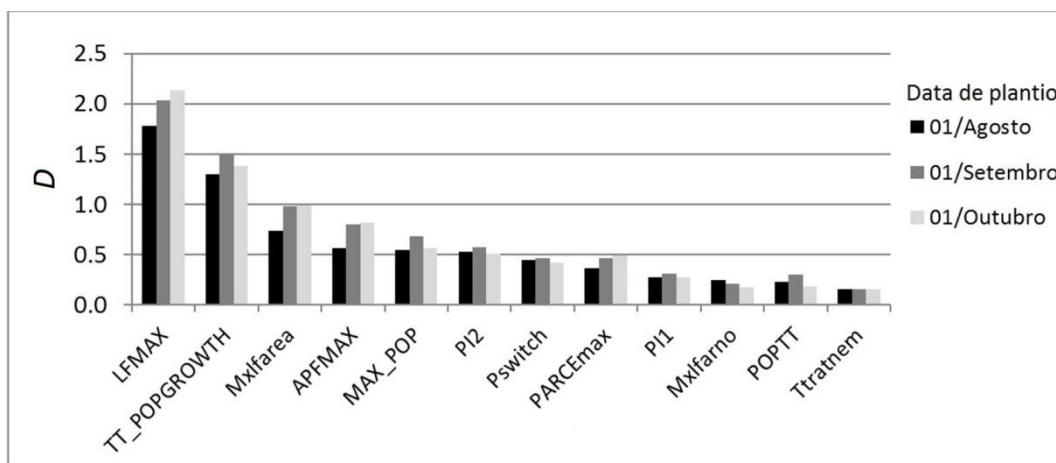


Figura 3. Desvio padrão do teste de sensibilidade dos coeficientes genéticos de cultivar do modelo CD para a simulação de índice de área foliar máximo.

Os parâmetros LG_AMBASE (peso fresco da parte aérea em que ocorre o início do acamamento), Tbase (temperatura base para o desenvolvimento do dossel), Tthalf (graus dias para a cobertura do dossel alcançar 50% do espaçamento entre linhas) e Ttplntem (graus dias para o início da emergência da cana-planta) apresentaram D nulo nas simulações das três variáveis consideradas, sendo, portanto, os de menores sensibilidades. Além dos já citados anteriormente, também tiveram D nulo para o peso seco do colmo o parâmetro TBFT. O parâmetro Ttrtnem (graus dias para o início da emergência da cana-soca) apresentou D nulo nas simulações de peso seco de sacarose com colheita em 01 de Agosto, porém para as datas de colheita 01 de Setembro e 01 de Outubro D foi estimado em aproximadamente $0,28 \text{ t ha}^{-1}$. Deve-se ressaltar que a simulação se deu para cana-soca, assim, o parâmetro Ttplntem pode apresentar sensibilidade diferente para

simulações de cana-planta. Os demais parâmetros apresentaram D próximos à zero, sendo então considerados de influência secundária.

4. CONCLUSÕES

A análise de sensibilidade do CD apontou como de grande importância na calibração os coeficientes genéticos PARCEmax e STKPFmax para a simulação de peso seco do colmo e de sacarose. Para a simulação do índice de área foliar máximo os coeficientes genéticos mais importantes foram LFMAX, TT_POPGROWTH e Mxlfarea.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, A.C; SOUZA, J.L.; COELHO, R.D.; BARROS, A.H.C.; ALMEIDA, A.C. Parametrização do modelo DSSAT/CANEGRÖ com 4 variedades de cana-de-açúcar no estado de Alagoas. In: **INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING**, 2., Fortaleza, 2014. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2014.
- INMAN-BAMBER, N. G., A growth model for sugarcane based on a simple carbon balance and the CERES Maize water balance. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 8, n. 2, p. 93-99, 1991.
- MARIN, F. R. **Eficiência de produção da cana-de-açúcar brasileira: estado atual e cenários futuros baseados em simulações multimodelos**. 2014. 263f. Tese (Livre docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- MONOD, H.; NAUD, C.; MAKOWSKI, D. Uncertainty and sensitivity analysis for crop models. In: BRUN, F.; WALLACH, D.; MAKOWSKI, D.; JONES, J. **Working with dynamic crop models**. San Diego: Elsevier, 2006. Cap. 3, p. 55-100.
- NASSIF, D.S.P.; MARIN, F.R.; PALLONE FILHO, W.J.; RESENDE, R.S.; PELLEGRINO, G.Q. Parametrização e avaliação do modelo DSSAT/Canegro para variedades brasileiras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 311-318, 2012.
- RIVERA, R.N.C.; MIRANDA, J.H.; DUARTE, S.N.; BOTREL, T.A. Modelo aplicado à dinâmica da água e do potássio no solo sob irrigação por gotejamento: análise de sensibilidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 448-459, 2008.
- SILVA, R.F. da. **Calibração do modelo dssat/canegro para a cana-de-açúcar e seu uso para a avaliação do impacto das mudanças climáticas**. 2012. 67f. Dissertação (Mestre em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.
- SINGELS, A.; BEZUIDENHOUT, C.N. A new method of simulating dry matter partitioning in the Canegro sugarcane model. **Field Crops Research**, v. 78, p. 151-164, 2002