

# Análise de sensibilidade local do modelo Canegro/DSSAT

Daniel Silveira Pinto Nassif<sup>1</sup>

Eduardo Delgado Assad<sup>2</sup>

O Decision Support System Agrotechnology Transfer (DSSAT) simula o crescimento e desenvolvimento de uma cultura ao longo do tempo, levando em conta o clima, o solo, o manejo e os aspectos genéticos da cultura. Para o sistema de produção da cana-de-açúcar, o DSSAT utiliza o modelo CANEGRO (INMAN-BAMBER, 1991), desenvolvido na África do Sul, com o objetivo de otimizar o planejamento da produção açucareira. Entretanto, os parâmetros não estão de acordo com a realidade brasileira, devendo ser feita a parametrização do modelo e, previamente, a análise de sua sensibilidade

A análise de sensibilidade é utilizada para determinar quão “sensível” é um modelo às alterações no valor dos parâmetros (MARSHALL, 1999). Ao mostrar como o comportamento do modelo responde às mudanças nos valores dos parâmetros, a análise de sensibilidade é uma ferramenta útil na construção e avaliação dos modelos, estudando as incertezas que estão frequentemente associadas aos seus parâmetros. A análise de sensibilidade permite determinar o nível de precisão necessário em um parâmetro para tornar o modelo confiável e válido.

---

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo/ESALQ; [danielspn@cnptia.embrapa.br](mailto:danielspn@cnptia.embrapa.br); [dspnassif@gmail.com](mailto:dspnassif@gmail.com)

<sup>2</sup> Embrapa Informática Agropecuária; [assad@cnptia.embrapa.br](mailto:assad@cnptia.embrapa.br)

O objetivo deste trabalho é a determinação dos parâmetros que causam variações no CANEGRO, através da análise de sensibilidade, e a sua segregação pela avaliação de quanto sensível é cada parâmetro no modelo estudado.

A análise de sensibilidade foi realizada com a cultivar brasileira de cana-de-açúcar SP 89-1115. Foram utilizados dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima, precipitação e radiação solar global da estação meteorológica situada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP) em Piracicaba, SP, Brasil, a 22° 42' 30" Sul e 47° 38' 00" Oeste, com altitude de 546 metros.

Foram analisados 20 parâmetros de cultivares e 31 parâmetros de ecótipos. Para comparação da resposta do modelo, foram utilizadas seis variáveis de saída, sendo elas: índice de área foliar máximo, massa fresca de colmo, massa seca da parte aérea, perfilhamento máximo, perfilhamento estável e altura de colmo.

A avaliação dos parâmetros foi realizada com variações individuais de -90%, -50%, -10%, +10%, +50%, +90%, e os efeitos da variação foram calculados através da Equação 1 (RIVERA et al., 2008):

$$e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (m(i) - s(i))^2}{N}} \quad (1)$$

Onde:

$e$  = erro padrão;

$m(i)$  = valor padrão simulado pelo modelo

$s(i)$  = valor simulado pelo modelo com a variação do parâmetro

$N$  = número de dados da simulação

Nos parâmetros de cultivar, o parâmetro PARCEmax (Máxima eficiência na conversão de radiação expressa em assimilados produzidos antes da respiração, por unidade de PAR) é o que tem maior influência nas variáveis de massa fresca do colmo e massa seca da parte aérea

sendo o mais sensível. Para as outras variáveis estudadas, esse parâmetro apresentou uma sensibilidade menor ou nula. Verificou-se que os parâmetros APFMX (Fração máxima de incremento de massa seca que pode ser atribuído à massa seca da parte aérea), LFMAX (Número máximo de folhas verdes saudáveis) e MXLFAREA (Área foliar máxima atribuída a todas as folhas sobre o número de folhas) apresentam sensibilidade semelhante para as mesmas variáveis, e que o parâmetro CHUPIBASE (Graus dia para o início do crescimento do colmo) apresenta muita variação somente na variável de massa fresca do colmo. Os parâmetros Tthalf (Graus dia para o desenvolvimento de metade do dossel) e TTRATNEM (Graus dia para emergência da soqueira) apresentam variação nula nas seis variáveis estudadas, sendo estes os menos sensíveis na análise e, portanto, menos importantes por não apresentarem nenhuma resposta.

Nos parâmetros de ecótipos, verifica-se uma grande variação nas variáveis de saída através dos parâmetros TTBASEEM (Temperatura base para emergência e início da elongação do colmo) e TTBASEPOP (Temperatura base para fenologia de colmos), sendo estes considerados mais importantes na parametrização do modelo CANEGRO. Os parâmetros SWDF2AMP (Sensibilidade de particionamento da sacarose ao estresse hídrico), CS\_CNREDUC (Redução máxima da fração do dossel devido ao estresse hídrico), CS\_CNPERIOD (Período de estresse hídrico requerido para ter o maior efeito na redução do dossel) e TBASEPER (Temperatura base para extensão da planta) apresentaram variação nula na análise de sensibilidade, sendo caracterizados como menos importantes na parametrização do modelo. Os demais parâmetros de cultivares e de ecótipos apresentaram variações menores, sendo considerados menos importantes que os de maior variação, porém são essenciais para o estudo e parametrização do modelo CANEGRO.

A variável mais influenciada na análise de sensibilidade foi a de massa fresca do colmo (Tabela 1), em que se verificou que o erro padrão ocorre em praticamente todos os parâmetros analisados. Portanto, essa variável pode ser considerada a mais importante para o estudo e parametrização do modelo para variedades brasileiras de cana de açúcar.

**Tabela 1.** Erro padrão dos principais parâmetros de cultivares e ecótipos na variável de massa fresca do colmo (Stalk FM)

| SCCAN .CUL |                 | SCCAN .ECO |                 |
|------------|-----------------|------------|-----------------|
|            | Stalk FM<br>(e) |            | Stalk FM<br>(e) |
| LFMAX      | 36.19           | TTBASEEM * | 37.78           |
| TTRATNEM   | 29.54           | TTBASEPOP  | 22.90           |
| APFMX      | 22.83           | EXTCFN     | 13.65           |
| MXLFAREA   | 21.65           | dPERdT     | 5.75            |
| PSWITCH    | 19.52           | TTBASELFEX | 5.24            |

A análise de sensibilidade apresentou-se de grande importância como início da parametrização do modelo CANEGRO para as variedades brasileiras de cana-de-açúcar. Os parâmetros PARCEmax, TTBASEEM e TTBASEPOP são mais importantes no modelo, sendo que devem ser determinados, no modelo, com maior precisão.

## Referências

- 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.
- MARSHALL, H. E. Sensitivity analysis. In: DORF, R. C. (Ed.). **Technology management handbook**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 59-63.
- 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.