



Análise de sensibilidade com base em parâmetros relacionados a temperatura e fotoperíodo no modelo DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN

Evandro Henrique Figueiredo Moura da Silva¹, Rodolfo Armando de Almeida Pereira², Luís Alberto Silva Antolin³, Izael Fattori Junior⁴, Fábio Ricardo Marin^{5(*)}

¹Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, ehfmsilva@usp.br

²Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, rodolfopereira@usp.br

³Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, antolin.luis@usp.br

⁴Graduando em Engenharia Agrônômica, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, izael.fattori@usp.br

⁵Professor Associado do Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, fabio.marin@usp.br

(*) Autor para correspondência

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 16 de Junho de 2017

Aceito em 10 de agosto de 2017

Termos para indexação:

soja

tempo fototérmico

simulação

incerteza

graus-dia

RESUMO

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta oleaginosa que se destaca por ser uma das principais culturas agrícolas do mundo, sendo a principal geradora de divisas para o Brasil. Essa espécie é sensível ao fotoperíodo, sendo considerada uma planta de dia curto. Outros elementos meteorológicos podem modificar a resposta da planta ao fotoperíodo, como a temperatura do ar. A relação entre essas variáveis e o desenvolvimento da planta pode ser incorporada em sistemas complexos, como o modelo DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN. No entanto, tais modelos contam com parâmetros genéticos que agregam em si elementos de incerteza. Nesse sentido, a análise de sensibilidade pode contribuir para determinar o quão sensível as variáveis de saída de um modelo são em relação aos parâmetros e variáveis de entrada. Neste trabalho, buscou-se analisar a sensibilidade relativa, de variáveis vegetativas, a partir de variações pontuais em sete parâmetros do modelo relacionados ao fotoperíodo e a temperatura. Dentre os parâmetros analisados, apenas o CSDL, PPSen e EM-FL foram representativos ao analisar a sensibilidade das variáveis de saída. O modelo conseguiu representar essa sensibilidade de forma coerente com aspectos fisiológicos da soja. As variáveis de saída mostraram maior sensibilidade relativa em relação ao CSDL.

© 2017 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

A soja (*Glycine max* [L.] Merr.) é uma das espécies cultivadas mais sensíveis ao fotoperíodo, sendo considerada uma planta de dia curto. Hicks (1978) atribuiu ao fotoperíodo e à radiação solar absorvida grande influência na morfologia e acumulação de biomassa na soja. Segundo o

referido autor, o fotoperíodo influencia no tempo de florescimento e na duração do ciclo. No entanto, a resposta da soja com relação ao fotoperíodo pode ser modificada pela temperatura, em geral essa relação varia de acordo com os genótipos (WHIGHAM e MINOR, 1978). Para correlacionar essas duas variáveis meteorológicas assume-se o conceito de unidades fototérmicas (SUMMERFIELD, 1985;

TENG et al, 1998).

A influência de variáveis meteorológicas - como fotoperíodo e temperatura - em sistemas agrícolas podem ser estudadas através de modelos agrícolas (DOURADO NETO, 1999; ROTTER et al, 2012; ROSENZWEIG et al, 2013; MARIN, 2014). Por definição, os modelos são essencialmente teóricos e visam isolar fatores e relações essenciais de uma complexa realidade (ALPHA e CHIANG, 2005; POPPER, 2005). Assim, os modelos agrícolas simulam sistemas complexos e contam com diversas constantes, parâmetros e variáveis que compõem complexas relações matemáticas que interagem entre si.

Os modelos agrícolas assumem relações complexas que agregam fontes de incertezas (DZOTSI et al, 2013). Tais fontes de incerteza são, basicamente, os elementos de entrada do modelo, como as variáveis de estado, os parâmetros e as equações. Considerando, assim, os elementos do modelo sujeitos a incertezas, a análise de sensibilidade pode contribuir para identificar a relação entre as variáveis de entrada e as saídas do modelo (SALTELLI et al, 2004; WALLACH, 2013). Essa análise pode identificar quais variáveis/parâmetros precisam ser estimados ou mensurados com maior acurácia ou, até mesmo, determinar a possibilidade de simplificação do modelo (SALTELLI et al, 2008).

O presente estudo tem por objetivo estudar a relação entre os elementos de entrada do modelo DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN — os parâmetros diretamente relacionados à temperatura e ao fotoperíodo — e variáveis de saída do modelo relacionadas ao desenvolvimento vegetativo da planta de soja.

Material e métodos

O modelo DSSAT/CROPGRO Soybean foi escolhido para o estudo da análise de sensibilidade local. Dentre os 17 parâmetros que compõem o referido modelo, selecionou-se sete parâmetros relacionados ao fotoperíodo e a temperatura: (a) comprimento crítico do dia curto (CSDL, do inglês *critical short day length*), que representa o ponto máximo de horas de luz para que ocorra a indução floral; (b) a resposta relativa do desenvolvimento da planta ao fotoperíodo (PPSEN, do inglês *relative response of development to photoperiod*), ou seja, um coeficiente de sensibilidade ao fotoperíodo que é obtido através da relação entre o comprimento do dia quando o progresso de desenvolvimento é intenso e quando ele é mínimo; (c) o tempo entre a emergência e o início do florescimento da planta (R1), em unidades fototérmicas (EM-FL, do inglês *time between plant emergence and flower appearance*); (d) o tempo entre R1 e o início da frutificação (R3) (FL-SH, do inglês *time between first flower and first pod*); (e) o tempo R1 e o início da formação de sementes (R5); (f) o tempo entre R3 e a maturidade fisiológica e (g) o tempo entre R1 e o fim da expansão foliar (FL-LF, do inglês *time*

between first flower). Selecionou-se três variáveis de desenvolvimento vegetativo para estudar a sensibilidade dessas variáveis de entrada em relação aos parâmetros descritos, são: (i) área foliar específica (AFE); (ii) índice de área foliar (IAF) e (iii) massa seca das partes vegetativa (MSV).

A execução da análise seguiu alterando-se o valor de um parâmetro de entrada do modelo, mantendo os demais inalterados. A variação dos parâmetros avaliados foi relacionada aos estádios fenológicos: (a) estágio cotiledonar, que é definido quando os cotilédones apresentam-se bem desenvolvidos e o par de folhas opostas abertas (VC); (b) início do florescimento (R1); (c) início da frutificação (R3); (d) início da formação da semente (R5) e (d) maturidade fisiológica (R7). Utilizou-se a parametrização obtida, para o grupo de maturação 6.0, como condição padrão, isso é: sem variação dos parâmetros de entrada.

Os dados meteorológicos — referentes aos anos de 2015 e 2016 — utilizados como variáveis de entrada para a simulação foram: (a) temperatura diária (máxima e mínima); (b) precipitação e (c) saldo de radiação. Esses dados foram coletados por estação automática instalada no Posto Meteorológico da ESALQ/USP (latitude de 22°42'30"S; longitude de 47°38'30"O; altitude de 546 m). Os parâmetros de solo, referentes ao Nitossolo Vermelho Eutroférico latossólico, foram parametrizados com base em resultados de análises (ainda não publicadas) gentilmente cedidas pela equipe do Prof. Dr. Paulo Leonel Libardi.

O fotoperíodo local foi calculado pela Equação 1 para gerar aporte a discussão da análise de sensibilidade. A data de semeadura estabelecida para a simulação e geração das variáveis de saída foi o dia 353 e considerou-se como duração do ciclo o período entre a semeadura e o estágio fenológico R7.

$$N = \frac{2 \cdot \arcsin[-\operatorname{tg}(\varphi) \cdot \operatorname{tg}(\delta)]}{15} \quad (1)$$

em que φ é o ângulo da declinação solar e δ é a latitude do local.

A sensibilidade das variáveis em relação aos parâmetros foi calculada com base na sensibilidade absoluta que, posteriormente, foi convertido no índice de sensibilidade relativa (SALTELLI, 2004), demonstrado, respectivamente, nas Equações 2 e 3.

$$\sigma = \frac{\delta y}{\delta k} \quad (2)$$

em que σ é a sensibilidade absoluta, δy é a diferença entre os dados da variável de saída do modelo e δk é a diferença entre as variações do parâmetro de entrada.

$$\sigma_r = \sigma \frac{k}{y} \quad (3)$$

em que σ_r é a sensibilidade relativa, k é o valor do parâmetro padrão e y é o valor de saída da variável padrão.

A variação dos dados de entrada, os parâmetros, foi estabelecida em aproximadamente 4%, em relação à condição padrão, em três intervalos crescentes e três decrescentes. Por exemplo, o valor padrão do PPSEN, para o grupo de maturação 6.0, é: 0,311. Esse valor variou para 0,312, 0,314 e 0,316 (três intervalos crescentes) e 0,309, 0,307 e 0,305 (três intervalos decrescentes). O mesmo raciocínio foi aplicado para análise dos demais parâmetros. O método permitiu, assim, analisar a taxa de variação das variáveis de saída em diferentes estádios fenológicos da cultura e em duas condições hídricas: irrigado (sem estresse hídrico) e sequeiro. Como atributo de sensibilidade, considerou-se nesse estudo que: a variável é sensível à variação do parâmetro quando o valor de σ_r foi maior ou igual a 1%, em alguma fase fenológica, ou condições de disponibilidade hídrica.

Resultados e discussão

Dentre os sete parâmetros analisados nesse estudo, apenas três deles apresentaram influência sob as variáveis de saída, assumida neste trabalho como variação relativa superior a 1% em pelo menos uma das condições estudadas. Esses parâmetros foram: CSDL, PPSEN e EM-FL.

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, a sensibilidade relativa das três variáveis de saída do modelo quando os parâmetros CSDL, PPSEN e EM-FL são alterados. Embora evidente, enfatiza-se a característica comum para a interpretação das Figuras 1, 2 e 3: a sensibilidade relativa, quando negativa indica que há uma relação inversa entre parâmetro e variável, tendo sempre como referência a condição padrão.

Observou-se que as alterações nos parâmetros PPSEN (condição padrão 0,311) e EM-FL (condição padrão 20,2) não influenciaram no comprimento do ciclo. Já as alterações no parâmetro CSDL exerceram considerável interferência na duração do ciclo da cultura da soja, variando de 79 a 140 dias, quando CSDL foi alterado para 11,08 e 14,08 respectivamente. Isso é coerente com o processo de florescimento da planta de soja, sendo a principal estratégia de florescimento a redução do fotoperíodo; e quando isso não ocorre, o processo de indução floral se dá pelo acúmulo de graus-dia, tendo como o desenvolvimento ótimo temperaturas médias em torno de 30°C (COCKSHULL, 1984; CÂMARA, 1997; BORRMAN, 2009; NORMAN, 2012; JONES, 2013). Enfatiza-se que o fotoperíodo em

Piracicaba não atinge, ao longo da simulação do ciclo da cultura, comprimento do dia igual ou menor a 11,08 horas, nessa situação o ciclo é alongado, sendo, portanto determinado pelo acúmulo de graus-dia. Já na segunda condição de simulação, com fotoperíodo crítico de 14,08 horas, é atingido logo nas primeiras semanas de plantio, dessa maneira o ciclo é reduzido.

Nota-se nas Figuras 1, 2 e 3, que no estádio fenológico VC não há sensibilidade de nenhuma das variáveis estudadas com relação aos parâmetros descritos, nas duas condições hídricas. Isso é coerente ao apresentado por Norman (1987), ao relatar que durante os 15 primeiros dias após a emergência a planta de soja não sofre influência do fotoperíodo. Observa-se também diferenças na maioria dos pontos, nas diferentes fases fenológicas, isso se dá pelo fato do modelo contabilizar um fator de progressão diária que depende de duas variáveis: (a) FUDAY, que é um fator de sensibilidade ao comprimento do dia (Equação 4) e (b) FT, fator de sensibilidade a temperatura do dia (Equação 5). A ponderação dessas duas variáveis descreve a forma do modelo determinar a fenologia da planta em unidades fototérmicas (TENG et al, 1988).

$$FUDAY = CURV(DLTYP, CSDVAR, CLDVAR, THVAR, DAYL) \quad (4)$$

em que CURV é uma função em linguagem FORTRAN que convoca rotinas de processamento utilizadas pelo modelo, DLTYP é o tipo de curva utilizado para a função do comprimento do dia, CSDVAR é o ponto onde o comprimento do dia favorece um progresso de desenvolvimento intensivo, CLDVAR é o comprimento do dia quando o desenvolvimento é mínimo, THVAR é a taxa mínima de desenvolvimento reprodutivo em dias longos e temperatura ótima e DAYL é uma rotina de cálculo de comprimento do dia.

$$FT(J) = CURV(CTMP, TB, TO1, TO2, TM, TSDEP) \quad (5)$$

em que CTMP é o tipo de curva utilizado para a função da temperatura, TB é a temperatura base, TO1 e TO2 são os dois valores que definem o intervalo de temperaturas ótimas, TM é a temperatura acima da qual o desenvolvimento cessa e TSDEP é a temperatura média.

Com a análise das equações obteve-se a relação entre os parâmetros e as variáveis. Por exemplo, os elementos da Equação 4: CSDVAR e CLDVAR estão diretamente relacionados aos parâmetros estudados. Sendo o CSDL o próprio CSDVAR e o PPSEN um coeficiente determinado a partir desses dois pontos.

A Figura 1 explora as três variáveis de saída quando o parâmetro CSDL é alterado e os demais são mantidos na condição padrão. Observa-se um aumento expressivo nas variáveis AFE, IAF e VMS à medida que o fotoperíodo dimi-

nui, isso ocorreu pelo maior desenvolvimento vegetativo determinado pelo alongação do ciclo. Ainda na Figura 1, nota-se um drástico distanciamento do R7 em relação aos demais estádios fenológicos e com uma acentuada sensibilidade nesse estágio. Isso ocorreu em decorrência do fator de progressão diária do modelo que é adicionado a um acumulador, que ao atingir um valor pré-determinado determina a mudança de estágio. Em decorrência da correlação entre a alteração do parâmetro CSDL e das condições climáticas locais as variáveis vegetativas estudadas chegam a um incremento bastante acentuado no estágio fenológico R7. O desenvolvimento vegetativo acentuado e alongação do período juvenil de grupos de maturação 6.0 em localidades de fotoperíodo longo (e.g 14,08) é relatado por Penariol (2000).

A questão hídrica, como pode ser observado nas Figuras 1, 2 e 3 também é apurada pelo modelo ao longo da cultura, nas diferentes fases fenológicas e pode ser observada nas variáveis de saída. O modelo assume um fator de penalização por estresse hídrico, assim de forma coerente o fator água passa a influenciar o desenvolvimento vegetativo da planta de soja.

A Figura 3 apresenta a sensibilidade relativa das variáveis vegetativas estudadas quando o parâmetro PPSÉN é alterado, observa-se uma baixa sensibilidade das variáveis em relação à alteração desse parâmetro. Tal alteração, isoladamente, não expressou influência nas variáveis de saída, no entanto pode representar influência em outros parâmetros. Isso pode ser estudado futuramente, em estudos de sensibilidade mais complexos, nos quais através de derivadas parciais é possível estudar a influência de um parâmetro sob o outro e a sensibilidade das variáveis de saída a essas alterações. A importância desses estudos complementares em modelos complexos é relatada por Drechsler (1998).

A Figura 2 apresenta a sensibilidade relativa das variáveis de saída à alteração do parâmetro EM-FL. É importante lembrar que esse parâmetro representa o período compreendido entre a emergência da planta e o florescimento, sendo contabilizado em termos de unidades de tempo fototérmico. Embora o comprimento do ciclo não tenha sido influenciado por essa variável, o intervalo de tempo entre a emergência e o estágio R1 variou em 10 dias entre o menor e o maior valor de EM-FL. Esse modelo, segundo Teng (1998), utiliza essa unidade de tempo como uma forma de correlacionar a temperatura e o fotoperíodo. Assim, se as unidades fototérmicas são decrescentes (do valor padrão para a esquerda) ocorre a diminuição da temperatura e/ou do comprimento do dia; ou seja, o parâmetro passa a determinar um menor acúmulo de unidades fototérmicas para a indução floral. Dessa maneira, o florescimento é antecipado e conseqüentemente há uma redução no desenvolvimento das variáveis IAF e VMS, como pode ser

observado nas Figuras 3c e 3e. Essa lógica é coerente ao observado fisiologicamente pelas plantas, que têm seu desenvolvimento vegetativo potencializado em dias mais longos e temperaturas ótimas (NORMAN, 1987; BOOTE et al, 1998; TAIZ e ZEIGNER, 2010).

Observa-se também nas figuras 1, 2 e 3 diferenças entre as simulações em situação de sequeiro e irrigado, isso se deve ao fato do modelo apresentar uma rotina de equações que penaliza o desenvolvimento da planta em virtude do stress hídrico nos diferentes estádios fenológicos.

Conclusões

O DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN conseguiu representar de maneira satisfatória as relações fisiológicas da soja em relação as variáveis fototérmicas. Houve diferença na sensibilidade nos diferentes estádios fenológicas da cultura da soja para as variáveis de desenvolvimento vegetativo, em duas condições de estresse hídrico. A alteração do parâmetro CSDL apresentou, dentre todos os parâmetros estudados, a maior influência sob as variáveis de saída. Portanto, o modelo apresenta grande sensibilidade em relação ao comprimento do dia. As variáveis de saída apresentaram baixa sensibilidade ao parâmetro PPSÉN, então se sugere estudos que busquem correlacionar a sensibilidade entre parâmetros, para uma verificação mais peculiar. O estudo avança no sentido de contribuir na elucidação da relação das variáveis vegetativas ao longo do ciclo, em relação a parâmetros de fotoperíodo e temperatura; trazendo ferramentas úteis para a calibração e validação de modelos.

Agradecimentos

À Fapesp, processo 2015/25702-3, pela bolsa de Mestrado e reserva técnica concedidas e ao Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP pela infraestrutura para realização desta pesquisa.

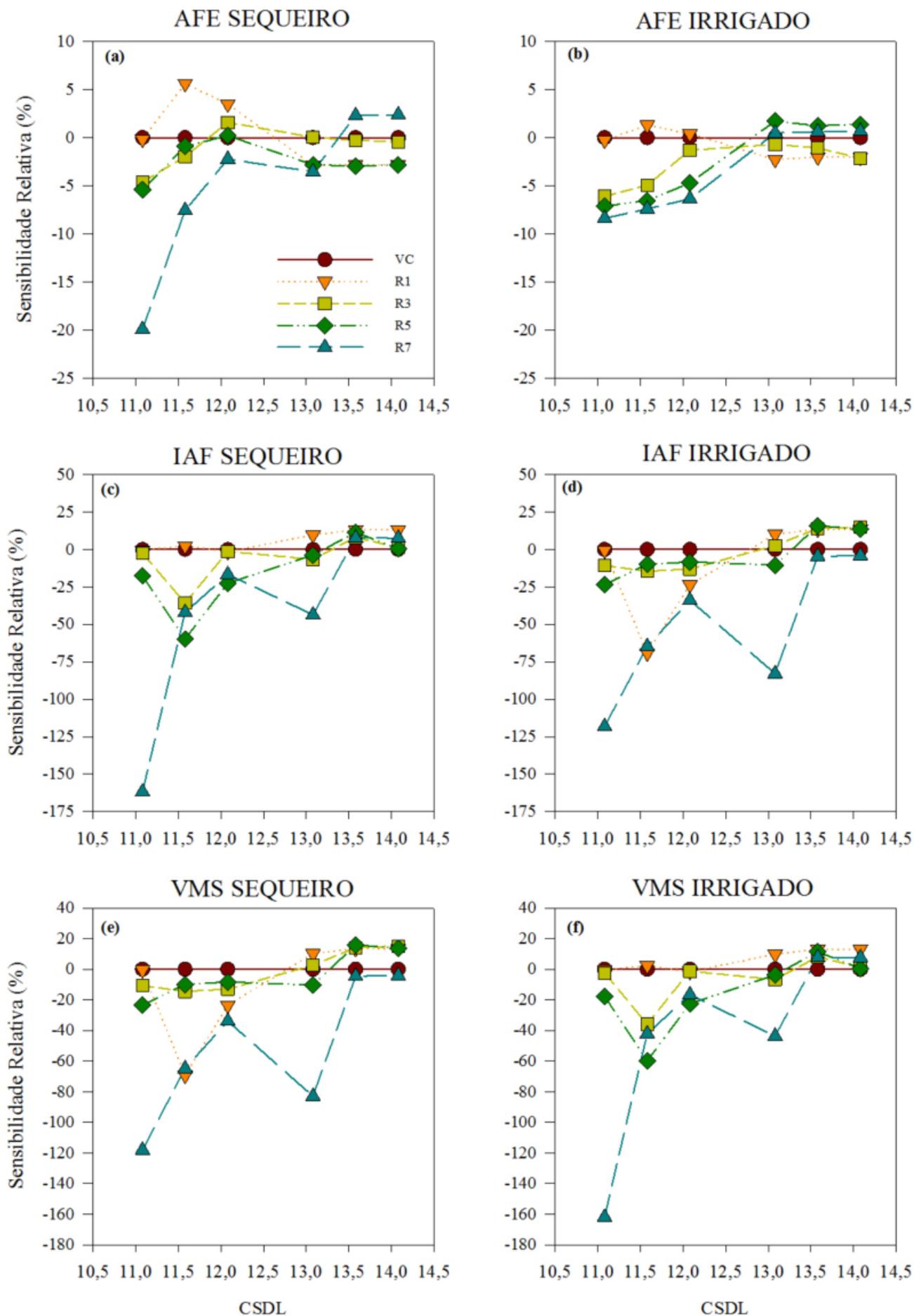


Figura 1. Sensibilidade relativa das variáveis AFE, IAF e VMS ao parâmetro CSDL, ao longo do ciclo da cultura da soja em duas condições de disponibilidade hídrica.

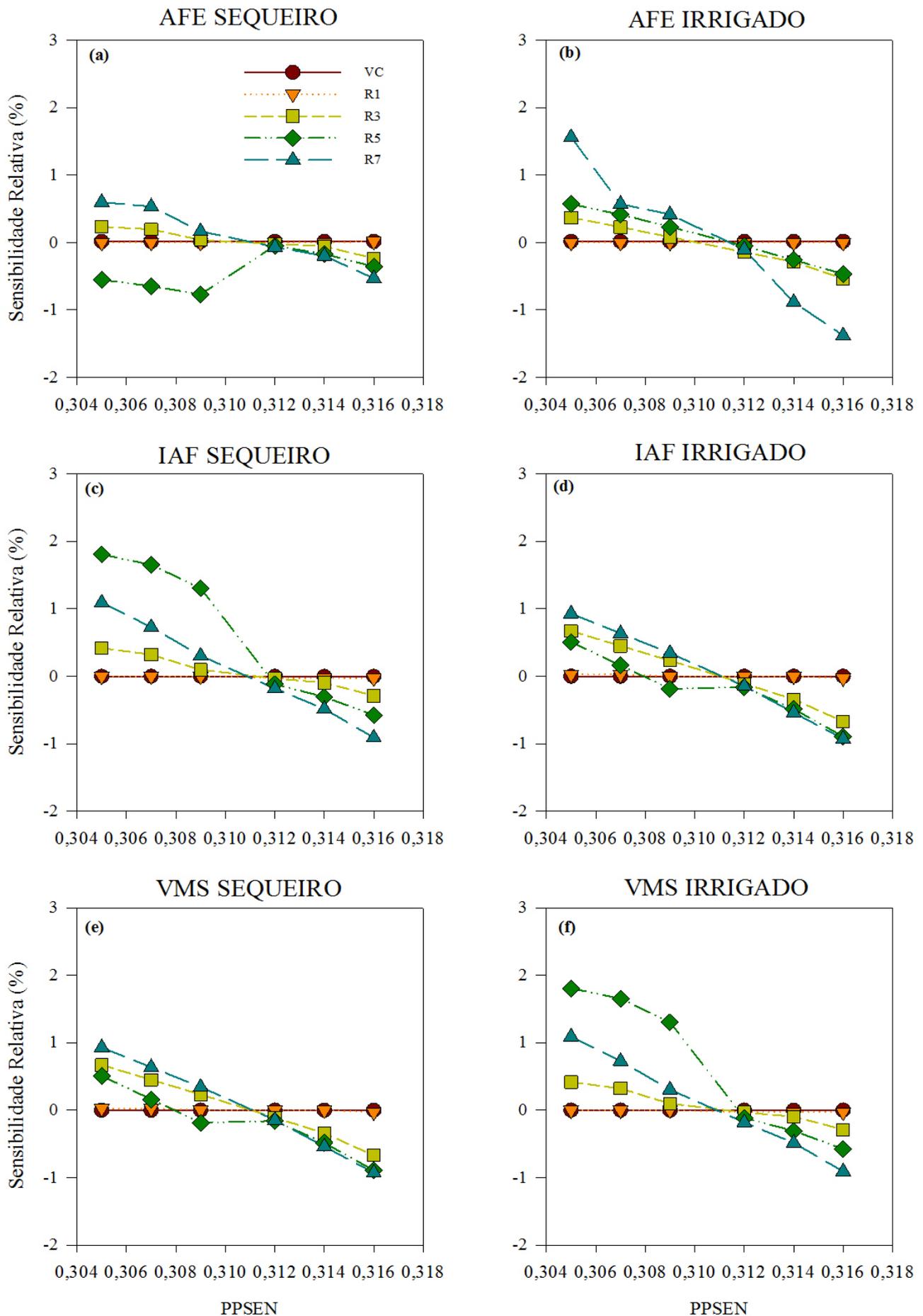


Figura 2. Sensibilidade relativa das variáveis AFE, IAF e VMS ao parâmetro EM-FL, ao longo do ciclo da cultura da soja em duas condições de disponibilidade hídrica.

Referências

- ALPHA, C. C.; CHIANG, A. C. **Matemática para economistas**. São Paulo: São Paulo Pearson Makron Books, 2005.
- BOOTE, K. et al. The CROPGRO model for grain legumes. In: (Ed.). **Understanding options for agricultural production**: Springer, 1998. p.99-128. ISBN 9048149401.
- BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores**. 2009. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Ciências Farmacêuticas
- COCKSHULL, K. Photoperiodic induction of flowering in short-day plants. Light and the flowering process: **Proceedings**, 3rd Internatl. Symp. British Photobiology Society, Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, England, Sept 7-9, 1983/ed. D. Vince-Prue, B. Thomas, KE Cockshull, 1984. London: Academic Press, 1984.
- CÂMARA, G. et al. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, v. 54, n. SPE, p. 149-154, 1997. ISSN 0103-9016.
- DRECHSLER, M. Sensitivity analysis of complex models. **Biological Conservation**, v. 86, n. 3, p. 401-412, 1998. ISSN 0006-3207.
- DOURADO-NETO, D. Modelos fitotécnicos referentes à cultura de milho. **Piracicaba: ESALQ/USP**, 1999.
- DZOTSI, K.; BASSO, B.; JONES, J. Development, uncertainty and sensitivity analysis of the simple SALUS crop model in DSSAT. **Ecological Modelling**, v. 260, p. 62-76, 2013. ISSN 0304-3800.
- HICKS, D. R. 2 - Growth and Development A2 - NORMAN, A. GEOFFREY. In: (Ed.). **Soybean Physiology, Agronomy, and Utilization**: Academic Press, 1978. p.17-44. ISBN 978-0-12-521160-4.
- LINCOLN, T.; TAIZ, L. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Porto Alegre Artmed, 2010.
- NEGM, L. M.; YOUSSEF, M. A.; JAYNES, D. B. Evaluation of DRAINMOD-DSSAT simulated effects of controlled drainage on crop yield, water balance, and water quality for a corn-soybean cropping system in central Iowa. **Agricultural Water Management**, v. 187, p. 57-68, 2017. ISSN 0378-3774.
- NORMAN, A. **Soybean Physiology, Agronomy, and Utilization**. Academic Press, 1987.
- PENARIOL, A. Soja: Cultivares no lugar certo. **Informações Agronômicas**, v. 90, p. 13-14, 2000.
- POPPER, K. **The logic of scientific discovery**. Routledge, 2005. ISBN 1134470029.
- RÖTTER, R. P. et al. Simulation of spring barley yield in different climatic zones of Northern and Central Europe: a comparison of nine crop models. **Field Crops Research**, v. 133, p. 23-36, 2012. ISSN 0378-4290.
- ROSENZWEIG, Cynthia et al. The agricultural model intercomparison and improvement project (AgMIP): protocols and pilot studies. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 170, p. 166-182, 2013.
- SALTELLI, A. et al. **Global sensitivity analysis: the primer**. John Wiley & Sons, 2008. ISBN 0470725176.
- SALTELLI, A. et al. **Sensitivity analysis in practice: a guide to assessing scientific models**. John Wiley & Sons, 2004. ISBN 047087094X.
- SUMMERFIELD, R. et al. Soybean adaptation to photo-thermal environments and implications for screening germplasm. **Soybean in tropical and subtropical cropping systems**, Proc. of a Symp., Tsukuba, Japan, 1985. p.333-352.
- TENG, P. et al. Simulation of pest effects on crops using coupled pest-crop models: the potential for decision support. In: (Ed.). **Understanding options for agricultural production**: Springer, 1998. p.221-266.
- WALLACH, D. et al. **Working with dynamic crop models: methods, tools and examples for agriculture and environment**. Academic Press, 2013. ISBN 0444594469.
- WHIGHAM, D. K.; MINOR, H. C. Agronomic characteristics and environmental stress. **Soybean physiology, agronomy, and utilization**. Academic Press, New York, p. 77-112, 1978.

REFERENCIAÇÃO

SILVA, E. H. F. M. da; PEREIRA, R. A. de A.; ANTOLIN, L. A. S.; JUNIOR, I. F.; MARIN, F. R. Análise de sensibilidade com base em parâmetros relacionados a temperatura e fotoperíodo no modelo DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.1-8, 2017.

Declaração: os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.25, n.1, ago 2017) conforme foram aceitos pelo XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 14 a 18 de agosto de 2017, em Juazeiro, BA e Petrolina, PE, sem revisão editorial adicional da revista.

Sensitivity analysis of temperature and photoperiod parameters in the DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN model

Evandro Henrique Figueiredo Moura da Silva¹, Rodolfo Armando de Almeida Pereira², Luís Alberto Silva Antolin³, Izael Fattori Junior⁴, Fábio Ricardo Marin^{5(*)}

¹Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, ehfmsilva@usp.br

²Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, rodolfopereira@usp.br

³Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, antolin.luis@usp.br

⁴Graduando em Engenharia Agrônômica, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, izael.fattori@usp.br

⁵Professor Associado do Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, fabio.marin@usp.br

(*)Corresponding author

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 June 2017

Accepted 10 August 2017

Index terms:

photothermal time

simulation

uncertainty

degree-days

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* L.) is an oleaginous plant species that stands out as one of the main agricultural crops in the world, being the main generator of Brazilian currency. This specie shows great sensitivity to the photoperiod and is considered a short-day plant. However, the crop also responds to other meteorological variables such as air temperature. The relationship between these factors and plant development can be incorporated into complex systems, such as the DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN model. However, such models rely on input variables that add elements of uncertainty. In this sense, the sensitivity analysis can contribute to determine how sensitive the output variables are in relation to the uncertainty elements of the model. We attempted to analyze the relative sensitivity of vegetative output variables by varying seven parameters related to the photoperiod and temperature. Among them only the CSDL, PPSEN and EM-FL were representative when analyzing the sensitivity of the output variables. The model was able to represent this sensitivity in a manner consistent with the physiological aspects of soybean. The output variables showed higher relative sensitivity to CSDL.

© 2017 SBAGro. All rights reserved.

CITATION

SILVA, E. H. F. M. da; PEREIRA, R. A. de A.; ANTOLIN, L. A. S.; JUNIOR, I. F.; MARIN, F. R. Análise de sensibilidade com base em parâmetros relacionados a temperatura e fotoperíodo no modelo DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.25, n.1, p.1-8, 2017.

Disclaimer: papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 25, n.1, aug 2017) as accepted by the XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 14-18, 2017 in Juazeiro, Bahia and Petrolina, Pernambuco, Brazil, without further revision by editorial board.