



PENALIZAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO IMPOSTA PELO MODELO CERES-MAIZE

*André Luiz Biscaia Ribeiro da Silva¹; Paulo Sergio Lourenço de Freitas²;
Luiz Henrique Biscaia Ribeiro da Silva³; Roberto Rezende⁴;
Cleonir Andrade Farias Junior⁵; Paulo Vinicius Demeneck-Vieira⁶*

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi analisar a penalização imposta pelo modelo CERES-Maize a variáveis de produção da cultura do milho. Foram analisadas a evaporação da água do solo e a evapotranspiração da cultura, calculadas pela metodologia utilizada pelo CERES-Maize e pela metodologia utilizada pelo SISDA 3.0, que utiliza o coeficiente de cultura para calcular a evapotranspiração da cultura e o coeficiente de penalização para umidades do solo abaixo da capacidade de campo. Com o objetivo de comparar os dados simulados com os experimentais, foi instalado um experimento com a cultura do milho, com os seguintes tratamentos: cinco lâminas d'água e dois coeficientes de uniformidade de aplicação de água. A partir dos resultados obtidos com as simulações, e com base nas condições em que foi conduzido o experimento, pode-se concluir que o modelo penalizou severamente a produtividade da cultura, para os tratamentos em que ocorre déficit hídrico acentuado. Para os tratamentos em que houve aplicação de lâmina d'água superior à lâmina d'água adequada, o modelo apresentou valores pouco superiores aos experimentais da produtividade, do índice de área foliar e da matéria seca total.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, Evaporação, Lâmina d'água, capacidade de campo.

1. INTRODUÇÃO

Modelos de simulação são ferramentas que geram cenários, considerando as combinações dos fatores que influenciam a produtividade. Desta forma, é possível avaliar as estratégias mais adequadas em cada condição, podendo modificar a estratégia de irrigação para prever as alterações nos componentes de produção e de outras variáveis, como a evapotranspiração e as necessidades de água da cultura. (Jones e Ritchie, 1990).

Faria e Bowen (2003) inseriram uma modificação no balanço de água no solo do DSSAT 3.5. As avaliações dos valores simulados contra os valores determinados em campo, em condições de solo descoberto e com a cultura do feijão. Os valores estimados foram mais adequados com a introdução da equação de fluxo de Darcy. Mas, para condição de cultura a, ocorreu uma melhora na estimativa do balanço de água no solo, porém a produtividade foi subestimada pelo modelo. Meirelles et al. (2003) estudaram o risco climático em conduzir a cultura do feijoeiro sem irrigação, no estado de Goiás. Para condições sem irrigação, foram simulados para o período de 1978 a 1998. A

¹ Pós-graduando do programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM- Maringá – Paraná. Bolsista CAPES, (44) 9934-3959 - dehbscaia@gmail.com

² Prof. Dr. Departamento Agronomia, Universidade Estadual de Maringá Dept. de Agronomia - pslfreitas@uem.br

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Maringá – Cesumar – Maringá – Paraná.

⁴ Prof. Dr. Departamento Agronomia, Universidade Estadual de Maringá Dept. de Agronomia

^{5 e 6} Pós-graduando do programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM- Maringá – Paraná

produtividade máxima obtida para condições de sequeiro, para o período de 1978 a 1998, foi de 1.590 kg ha⁻¹, com desvio padrão de 536 kg ha⁻¹.

Em face ao exposto, observa-se que o modelo penaliza a produção da cultura excessivamente, pois, em 20 safras e 36 datas de semeadura não obteve-se a produtividade máxima. Bastos et al. (2001) relatam que o principal problema encontrado é sua deficiência para simular para as condições de sequeiro. Concluem que o modelo simulou satisfatoriamente para condições estudadas desde que não haja déficit. Suleiman e Ritchie (2004) propuseram uma modificação no modelo de drenagem vertical do DSSAT para maior precisão da estimação da dinâmica da água no solo. O presente trabalho teve como objetivo analisar a penalização imposta às variáveis de produção da cultura do milho imposta pelo modelo CERES-Maize.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As simulações foram realizadas com o modelo CERES-Maize, que está inserido no pacote DSSAT 3.5 (IBSNAT). Elas foram realizadas para as condições de um experimento instalado na Estação Experimental de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa-MG, localizada nas coordenadas geográficas: latitude de 20° 51' S, longitude de 42° 47' W e a altitude 720 m. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e os tratamentos constaram de cinco lâminas e duas uniformidades de irrigação (CUC): alta (84%) e baixa (67%), aproximadamente.

A coleta dos dados para análise foi realizada em áreas em torno dos coletores instalados nas parcelas, com o objetivo de analisar a influência da água aplicada nos componentes de produção da cultura. No tratamento L1A foi aplicada uma lâmina d'água suficiente para elevar a umidade do solo, determinada antes da irrigação, até que fosse atingida a capacidade de campo, que doravante será denominada de lâmina d'água adequada. As lâminas aplicadas nos demais tratamentos foram relativas ao tratamento L1A, da seguinte forma: no tratamento L2A, L3A, L4A, L5A, foram aplicados 50, 75, 125 e 150% da lâmina, respectivamente, com uniformidade de aplicação alta (CUC>80%). No L1B, L2B e L3B aplicaram-se 50, 75 e 100%, respectivamente, da lâmina aplicada em L1A, com uniformidade de aplicação baixa (CUC<70%). Para a análise estatística do experimento, fez-se a seguinte consideração: para os tratamentos L1A, L1B, L2A, L2B e L3B, foram feitas três repetições com nove coletores de água, totalizando 27 coletores; para os outros tratamentos, L3A, L4A e L5A, utilizaram-se três repetições, com três coletores cada, totalizando nove coletores.

Para a realização das simulações foi necessário obter os dados de clima e solo e os coeficientes genéticos da cultura do milho. Para preencher o arquivo de clima, utilizaram-se os dados de temperatura máxima e mínima, precipitação e radiação solar obtidos de uma estação meteorológica instalada no experimento de campo, no período de 17 de maio a 31 de dezembro de 1999. O arquivo de solo foi criado com os dados de solo do experimento e o arquivo com os dados genéticos da cultura foi o determinado por Gendaken (1998). Para o manejo da irrigação, foram inseridos no modelo, para cada tratamento, os valores das lâminas d'água coletadas em cada pluviômetro, nas 25 irrigações realizadas, instalados no experimento.

As simulações foram realizadas para cada área em torno dos pluviômetros, totalizando 162 simulações, para mesmo solo, clima e cultura, porém para lâminas d'água aplicadas distintas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os valores de estresses de água calculados pelo o modelo CERES-Maize, inserido no DSSAT 3.5. Pode-se observar que o estresse ocorre a partir do início da floração. Para os tratamentos L1A e L1B, as lâminas d'água aplicadas foram praticamente iguais, entretanto o coeficiente de uniformidade de Christiansen foi de 84 e 67%, respectivamente, o que propiciou uma produtividade experimental de 6.038 e 5.114 kg ha⁻¹ e uma produtividade simulada de 5.186 e 4.659 kg ha⁻¹; a diferença entre as produtividades simuladas para os dois tratamentos foi em razão da pequena diferença entre as lâminas d'água acumuladas nos dois tratamentos.

O valor da produtividade simulada no tratamento L1B aproxima-se do valor da produtividade experimental, coincidência acarretada pela penalização imposta pelo modelo, enquanto para o tratamento L1A, no qual foram aplicadas lâminas d'água de mesma magnitude, o modelo subestimou os valores da produtividade experimental.

Tabela 1 - Estresse de água simulado para os tratamentos, para simulações com as lâminas médias aplicadas em cada tratamento.

Estágios de Cresc	Estresse hídrico							
	L ₁ A	L ₁ B	L ₂ A	L ₂ B	L ₃ A	L ₃ B	L ₄ A	L ₅ A
Início.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semeadura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Germinação	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emergência	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fase juvenil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Floração	0,00	0,00	0,05	0,13	0,01	0,01	0,00	0,00
Florescimento	0,14	0,20	0,37	0,46	0,29	0,36	0,04	0,00
Enchimento de. Grãos	0,34	0,36	0,70	0,64	0,26	0,39	0,05	0,02
Maturação	0,24	0,21	0,84	0,92	0,22	0,28	0,04	0,01

As penalizações impostas pelo modelo para os tratamentos L2A e L2B (Tabela 1) propiciaram produtividades simuladas desprezíveis, enquanto no campo foram obtidas produtividades muito superiores. O modelo penaliza excessivamente a produtividade da cultura, fato este também observado por Weiss e Piper (1992).

Nas Tabelas 2A e 2B estão os dados simulados e os experimentais, respectivamente. Para os tratamentos em que ocorreu déficit hídrico acentuado, como nos tratamentos L2A e L2B, o modelo subestimou a produtividade da cultura do milho. Mas quanto à matéria seca total, o valor simulado pelo modelo aproximou-se do valor experimental, pois o modelo penaliza a fotossíntese e a expansão celular, utilizando um fator que é a relação entre a umidade do solo no perfil explorado pelas raízes da cultura e a transpiração desta. No entanto, esse fator aproximou-se de 1, que é o valor máximo, após a cultura apresentar determinado crescimento, razão pela qual a produtividade foi insignificante nesses dois tratamentos, já o valor da matéria seca total simulada aproximou-se do valor experimental, pois quando se aproxima da fase de floração da cultura, o fator de penalização faz com que o modelo cesse as simulações e a cultura não entra na fase de enchimento de grãos.

A Tabela 3 mostra que a evaporação da água do solo variou de 41 a 71% da evapotranspiração da cultura, com relação mínima ocorrida para os tratamentos L4A e L5A. Em tratamentos que ocorreu maior déficit hídrico, o modelo não simulou até todo o ciclo da cultura, ou o crescimento foi pequeno, com baixo índice de área foliar consequentemente, maior evaporação da água do solo e menor transpiração cultural. A evapotranspiração da cultura calculada pelo modelo foi superior à evapotranspiração calculada na equação 37, em todos os tratamentos, e ainda superou a evapotranspiração da cultura de referência nos tratamentos em que não ocorreu déficit hídrico (Tabela 3). O

cálculo da evapotranspiração da cultura pela metodologia proposta por Ritchie (1972) faz com que o modelo superestime as necessidades hídricas da cultura.

Tabela 2. Valores médios de produtividade (kg ha⁻¹), matéria seca(MS)((kg ha⁻¹) e índice de área foliar simulados(A) e experimentais (B)

	A								B								
	L1A	L1B	L2A	L2B	L3A	L3B	L4A	L5A	L1A	L1B	L2A	L2B	L3A	L3B	L4A	L5A	
MS	11548	10603	4577	3421	9743	7606	14354	14900	MS	12986	8846	4261	4261	8003	5735	12702	13690
Prod	5564	4870	90	87	4716	3390	7340	7649	Prod	6038	4675	2474	3.233	4475	3170	6360	6413
IAF	2,10	2,00	0,90	0,95	1,59	1,24	3,41	3,59	IAF	1,90	1,51	0,90	0,95	1,32	1,20	2,08	2,41

Tabela 3 - Valores de evaporação, transpiração e evapotranspiração da cultura calculados pelo DSSAT 3.5 e de evapotranspiração da cultura e de referência calculados pelo SISDA 3.0

Tratamento	Evaporação (mm/ciclo)	Transpiração (mm/ciclo)	ETc (DSSAT 3.5) (mm/ciclo)	ETc (SISDA 3.0) (mm/ciclo)	ETo (mm/ciclo)
L1A	264,91	258,74	523,74	403,24	505,25
L2A	203,25	103,85	308,09	216,71	317,54
L3A	264,91	258,74	523,74	399,95	510,05
L4A	238,69	336,41	575,17	423,20	505,31
L5A	239,18	339,72	578,97	424,25	505,31
L1B	272,29	228,26	500,49	404,76	508,12
L2B	195,88	78,05	273,93	210,38	322,59
L3B	294,34	158,03	452,39	359,23	521,23

4. CONCLUSÃO

Com resultados obtidos após simulações, e baseado nas condições do presente trabalho, concluiu que o modelo penalizou a produtividade da cultura nos tratamentos que ocorre déficit hídrico acentuado Para tratamentos onde houve aplicação de lâmina d'água superior à lâmina adequada, o modelo apresentou valores pouco superiores aos experimentais da produtividade, índice de área foliar e da matéria seca total.

5. REFERÊNCIAS

- Boote, K.J., J.W. Jones and G. Hoogenboom. 1998. Simulation of crop growth: CROPGRO Model. Cap. 18. p. 651-692. In: R.M. Peart and R.B. Curry (ed.). **Agricultural Systems Modeling and Simulation**. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Freitas, P.S.L; Mantovani, E.C.; Sediyaama, G.C.; Costa, L.C. Penalização da produtividade da cultura do milho imposta pelo modelo CERES-Maize. **Acta Scientiarum, Maringá**, v.27, n.1, p. 97-105, 2005.
- Dallacort, R. Simulação da produtividade da cultura da soja, para as condições de solo e clima de Palotina-PR. **Maringá: Universidade Estadual de Maringá**. 2004.66p. (Dissertação de Mestrado). : Universidade Estadual de Maringá
- Meirelles, E. J. L.; Pereira, A. R.; Sentelhas, P. C.; Stone, L. F.; Zimmermann, F. J. P. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.163-171, 2003.
- Bastos, E.A. ; Folegatti, M.V.; Faria, R.T.; Andrade Junior, A. S. Cardoso, M. J. Simulation of growth and development of irrigated cowpea in Piauí state by CROPGRO model. **Pesq. Agrpec. Bras.**, Brasília, v.37, n.10, p.1381-1387, 2001.

Wilkerson, G.G, Jones, J.W, Boote, K.J, Ingram, K.T and Mishoe, J.W. Modeling Soybean Growth for Crop Management. **Transactions of the ASAE** st. Joseph, v. 26, p. 63-73. 1983

Anais Eletrônico

VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar
UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar
Editora CESUMAR
Maringá – Paraná – Brasil