



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

## EFICIÊNCIA DO DSSAT CERES-MAIZE NA SIMULAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM TANGARÁ DA SERRA - MT

*João Danilo Barbieri<sup>1</sup>; Rivanildo Dallacort<sup>2</sup>; Paulo Sérgio Lourenço de Freitas<sup>3</sup>; Ana Claudia Sossai Souza<sup>4</sup>; Liliane Scabora Miotto<sup>1</sup>; William Fenner<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Doutorando em Agronomia no programa de pós graduação PGA, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista CNPq, [jd.barbieri@hotmail.com](mailto:jd.barbieri@hotmail.com), [liliscabora@hotmail.com](mailto:liliscabora@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor do programa de pós graduação em Ambiente e Sistema de Produção Agrícola, UNEMAT, Tangará da Serra, [rivanildo@unemat.br](mailto:rivanildo@unemat.br)

<sup>3</sup>Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, [pslfreitas@uem.br](mailto:pslfreitas@uem.br)

<sup>4</sup>Mestranda em Agronomia no programa de pós graduação PGA, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista Capes, [ana\\_sossai87@hotmail.com](mailto:ana_sossai87@hotmail.com)

<sup>5</sup>Doutorando em Agricultura Tropical no programa de pós graduação, Universidade federal de Mato Grosso – UFMT. Bolsista Capes, [fennerwilliam@gmail.com](mailto:fennerwilliam@gmail.com)

### RESUMO

Grandes perdas de produtividade na cultura do milho são causadas pela relação entre a planta e o ambiente físico em que ela se encontra, com ênfase para a disponibilidade hídrica, no qual modelos computacionais são utilizados como alternativa para estimar a produtividade. Neste contexto, foi desenvolvido na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, campus universitário de Tangará da Serra, um experimento com os híbridos de milho Agroceres AG 7088, Agroeste AS 1555, e Dekalb DKB 390 sob sistema de irrigação por aspersão. Para simulação foi aplicado o modelo CERES-Maize do Sistema de Suporte à Decisão para Transferência de Agrotecnologia (DSSAT) versão 4.6.1.0. Os coeficientes para verificação foram a Raiz do Erro Quadrado Médio (RMSE) e o Índice de Concordância (d), onde RMSE apresentou valores elevados para IAF e valores próximos a unidade foram encontrados para o índice (d), fazendo referência aos valores simulados e observados. Para a variável massa seca valores para RMSE variam de 20 a 30% e acima de 0,96 para o índice de concordância. O híbrido AG7088 apresentou a maior diferença de produtividade, fato contrário ocorreu com o híbrido AS1555. Assim tem-se que os dados de simulação são semelhantes aos dados observados, podendo então simular épocas de semeadura para esses híbridos buscando maior probabilidade de rendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** épocas de semeadura; produtividade; coeficientes; simulação.

### 1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais cultivados no Brasil, com uma produção média anual de 76,22 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Na safra 2015/16, no estado de Mato Grosso, foram semeados mais de 3,57 milhões de hectares de milho, 4,8% a mais que a safra passada, resultando em 19,0 milhões de toneladas, 8,5% a menos que a safra passada apresentando uma queda na produtividade de 12,6%.

As grandes perdas de produtividade na cultura do milho são causadas diretamente a partir da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que ela se encontra, com ênfase para a disponibilidade hídrica. Em algumas regiões, a frequência de anos secos chega a 20%. Entretanto, a produção de milho pode ser afetada drasticamente por estiagens curtas, se estas coincidirem com o período crítico da cultura (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Os modelos computacionais apresentam-se como alternativa para estimar a produtividade das culturas, em função das condições climáticas, práticas de manejo cultural e de solo, em um curto período (OLIVEIRA et al., 2011).

Nesse trabalho foi aplicado o modelo CERES-Maize do Sistema de Suporte à Decisão para Transferência de Agrotecnologia (DSSAT) versão 4.6.1.0, que é capaz de simular o crescimento, o desenvolvimento e o balanço hídrico da cultura do milho, em função das características de solo, da planta e da atmosfera (HOOGENBOOM; WHITE; MESSINA, 2004).

Esses modelos consideram os processos de crescimento e desenvolvimento da cultura em etapas diárias. Constitui um modelo mecanicista e determinístico que simula a duração dos estádios vegetativos e reprodutivos, acúmulo de biomassa e produção de grãos para uma dada cultivar, em



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

função de tipos de solo, condições climáticas e práticas de manejo (DEJONGE et al., 2012; HE et al., 2012).

Para que esses modelos sejam representativos à realidade é necessário sua calibração, para cada cultura, cultivar ou genótipo, possibilitando simulações para as diversas condições ambientais (BAO et al., 2015; DOKOOHAKI et al., 2016).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do modelo CERES-MAIZE na simulação do crescimento e produtividade de três híbridos de milho, confrontando com dados obtidos em experimento no município de Tangará da Serra – MT.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), município de Tangará da Serra, com clima classificado em tropical úmido megatérmico (Aw) de acordo com Köpen. Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são 24,4°C, 1.830 mm e 70 – 80% respectivamente, com chuvas concentradas de outubro a março, e entre abril e setembro, estabelece-se a estação seca de seis meses (DALLACORT et al., 2011).

A semeadura da cultura foi realizada no dia 09/02/2016, período de segunda safra para a região, com três híbridos de milho: Agroceres AG 7088 (precoce), Agroeste AS 1555 (intermediário), e Dekalb DKB 390 (tardio). Todos apresentaram população final de 60.000 plantas por ha<sup>-1</sup> e espaçamento nas entre linhas de 0,45m.

Para a calibração do modelo, a cultura deve apresentar seu potencial máximo de produção no campo sem que ocorra déficit hídrico. Portanto o cultivo foi realizado em sistema irrigado, onde a quantificação da lâmina aplicada seguiu o cálculo de 130% da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), calculado diariamente pela equação de Penman-Monteith (FAO 56), determinando assim o turno de rega conforme a necessidade da cultura.

O sistema de irrigação foi aspersão semi-fixo, dimensionado em 12x18 metros, com aspersores Fabrimar modelo A232 ECO e bocais de 4,8 x 3,2mm, sob pressão de 30 m.c.a, proporcionando uma lâmina de 10,2 mm por hora.

A adubação seguiu conforme a análise de solo e recomendação, aplicando 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 4-14-8 na semeadura e adubações nitrogenadas com 300 kg ha<sup>-1</sup> de Uréia. Houve parcelamento em três aplicações, sendo iniciadas aos 35 dias após semeadura e a cada 15 dias após a primeira adubação.

Foram avaliadas ao longo do ciclo, cinco plantas sequenciais em uma fileira representativa de cada cultivar, para as quais foram analisados o índice de área foliar (IAF) e a massa seca total da planta. A duração das fases fenológicas foi monitorada desde a emergência até a maturidade fisiológica. Na colheita avaliaram-se o peso seco total da planta e dos grãos.

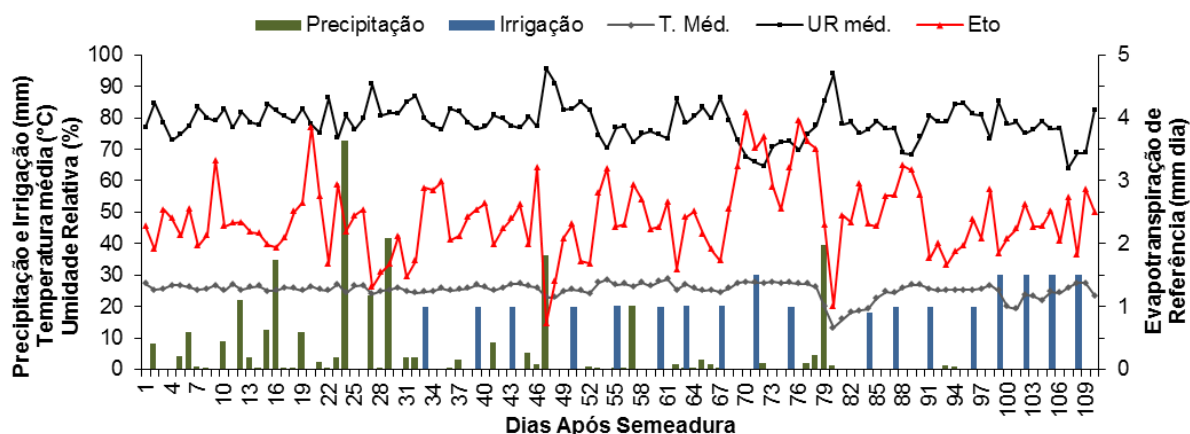
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 01 é apresentado os dados meteorológicos obtidos de uma estação instalada ao lado do experimento, sendo possível observar que até os 30 DAS ocorreram precipitações e após esse período irrigações foram realizadas conforme a necessidade da cultura. Durante todo o ciclo ocorreram 407 mm de chuva e 408 mm foram aplicados via irrigação. Bergamaschi e Matzenauer (2014), observaram que a cultura do milho em variadas condições meteorológica necessita de 400 a 800 mm de água durante seu ciclo.



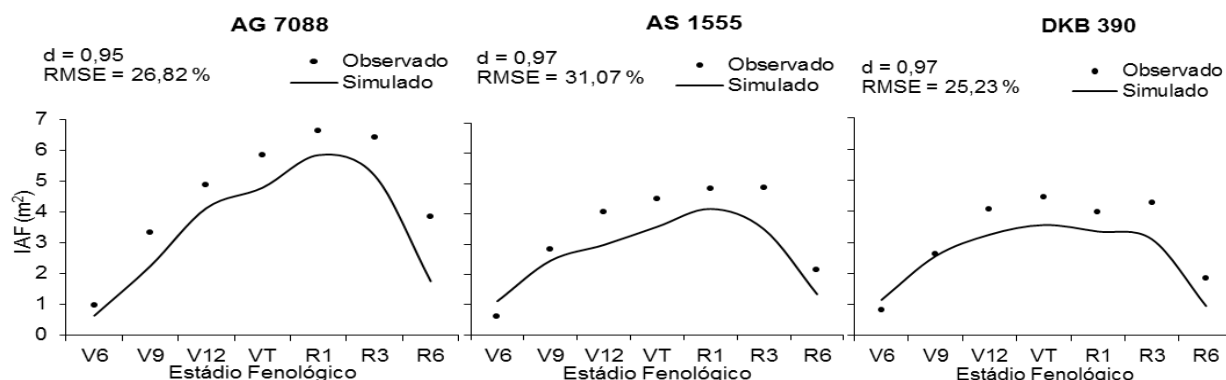
**X**  
**EPCC**

**Encontro Internacional  
de Produção Científica**  
24 a 26 de outubro de 2017



**Figura 01:** Distribuição das variáveis meteorológicas durante o ciclo da cultura

No processo de calibração o ajustes dos coeficientes genéticos para cada cultivar induz o modelo a simular corretamente certos parâmetros, como data do embonecamento, maturidade fisiológica, produtividade de grãos, onde outros parâmetros como IAF e dados coletados ao longo do ciclo servem para avaliar o desempenho do mesmo. Nota-se que o modelo simulou bem o IAF e a massa seca total. (Figuras 02 e 03).

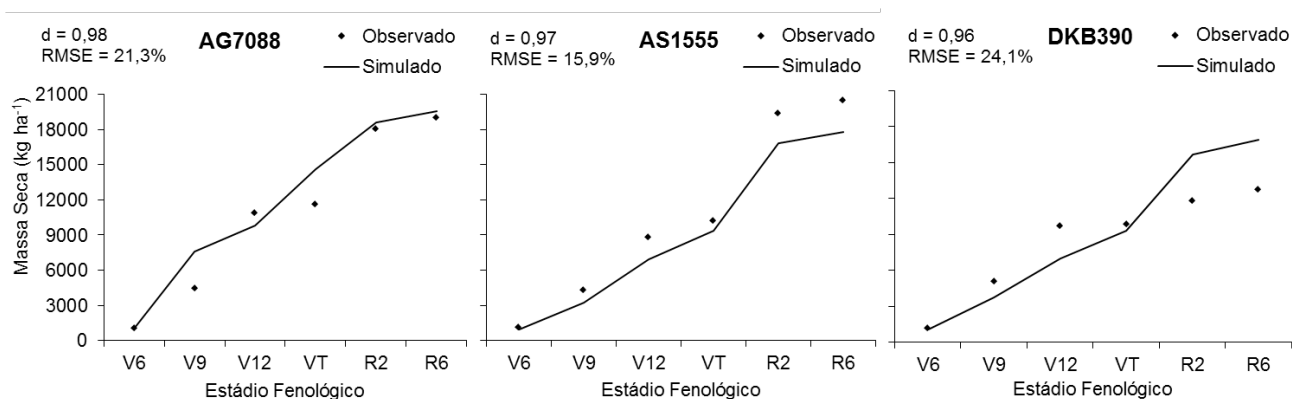


**Figura 02:** Avaliação do Índice de Área Foliar (IAF) ao longo do ciclo para os híbridos de milho AG7088, AS1555 e DKB390, simulado pelo modelo e avaliado em Campo, Tangará da Serra – MT.

Observa-se que o modelo sub-estimou o IAF para todos os híbridos assegurando uma resposta confiável com relação ao desenvolvimento da cultura, para isso foram utilizados alguns coeficientes para essa verificação como a Raiz do Erro Quadrado Médio (RMSE) e o Índice de Concordância (d) (WILLMOTT et al., 1985).

O coeficiente RMSE para IAF apresentou valores elevados, quando comparados a literatura, onde valores menores representam que a simulação obteve valores próximos aos observados em campo. Para o índice (d), valores próximos a unidade fazem referência ao comportamento dos valores simulados e observados.

Os resultados obtidos na simulação são considerados pela literatura aceitáveis, quando dentro dos limites encontrados em outros trabalhos, como os de SOLER et al. (2007) e SILVA et al. (2012).



**Figura 03:** Avaliação da Massa Seca da s plantas ao longo do ciclo para os híbridos de milho AG7088, AS1555 e DKB390, simulado pelo modelo e avaliado em Campo, Tangará da Serra – MT.

A produção de massa seca total das plantas apresentam valores distintos para cada híbrido, porém esperado devido suas características de precocidade.

Os valores de RMSE variaram de 20 a 30%, considerado aceitável para a estimativa da variável massa seca, conforme observado por SOLER et al. (2007). Para o índice de concordância observamos valores acima de 0,96, considerado excelente para essa variável.

Na tabela 01 podemos observar que os dados de simulação são semelhantes aos dados observados, podendo afirmar a exatidão do modelo quanto a simulação para esses híbridos de milho.

**Tabela 01:** Valores médios dos estádios fenológicos e produtividades observados (O) e simulados (S) com o CERES-Maize, para as cultivares de milho - Semeadas na safra de 2016, em Tangará da Serra - MT

Cultivares	Dias				Kg				Kg ha <sup>-1</sup>			(%)
	Emergência		Antese		Mat. Fisiológica		Peso de 1000 grãos		Produtividade			
	S	O	S	O	S	O	S	O	S	O	Diferença	
AG 7088	5	6	58	54	113	109	0,1650	0,2270	7580	7074	506,00	7,15
AS 1555	5	6	60	56	112	111	0,1515	0,2514	6449	6649	-200,00	-3,01
DKB 390	5	6	60	57	112	114	0,1676	0,2327	6717	6603	114,00	1,73

O híbrido AG7088 apresentou a maior diferença de produtividade sendo super-estimado pelo modelo, fato contrário ocorreu com o híbrido AS1555, o que segundo pesquisadores, está ligado aos coeficientes genéticos de cada cultivar ou híbrido (NGWIRA et al., 2014; DOKOOHAKI et al., 2016).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo CERES-MAIZE é eficiente para a simulação do estágio fenológico e produtividade em híbridos de milho, apresentando como parâmetros de avaliação o índice de área foliar e o acúmulo de massa seca da planta.

Com esses resultados podemos simular épocas de semeadura para esses híbridos, identificando qual data apresenta maior probabilidade de rendimento.

#### REFERÊNCIAS

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. O milho e o clima. In: EMATER/RS-ASCAR (Ed.). Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. Porto Alegre: Cambridge University Press, n. 1, p. 1–84. 2014.



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, v. 3, n. 8, p. 178, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_10\\_14\\_42\\_08\\_boletim\\_graos\\_maio\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_10_14_42_08_boletim_graos_maio_2016_-_final.pdf)>.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L. De; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193–200, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5838>>.

DEJONGE, K. C.; ASCOUGH, J. C.; ANDALES, A. A.; HANSEN, N. C.; GARCIA, L. A.; ARABI, M. Improving evapotranspiration simulations in the CERES-Maize model under limited irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 115, p. 92–103, dez. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.08.013>>.

DOKOOHAKI, H.; GHEYSARI, M.; MOUSAVI, S. F.; ZAND-PARSA, S.; MIGUEZ, F. E.; ARCHONTOULIS, S. V.; HOOGENBOOM, G. Coupling and testing a new soil water module in DSSAT CERES-Maize model for maize production under semi-arid condition. **Agricultural Water Management**, v. 163, p. 90–99, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.09.002>>.

HOOGENBOOM, G.; WHITE, J. W.; MESSINA, C. D. From genome to crop: Integration through simulation modeling. **Field Crops Research**, v. 90, n. 1, p. 145–163, 2004.

OLIVEIRA, E. C. de; COSTA, J. M. N. da; JÚNIOR, T. J. de P.; FERREIRA, W. P. M.; JUSTINO, F. B.; NEVES, L. de O. The performance of the CROPGRO model for bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield simulation. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, n. 3, p. 239–246, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/13424>>.

SOLER, C. M. T.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. Application of the CSM-CERES-Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment. **European Journal of Agronomy**, v. 27, n. 2–4, p. 165–177, 2007.