

# INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR E DA TEMPERATURA DO AR NA PRODUTIVIDADE POTENCIAL SIMULADA DO MILHO (*Zea mays L.*) EM SETE LAGOAS, MG

XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia- 18 a 21 de julho de 2011, Sesc, Guarapari – Espírito Santo

Marine Cirino Grossi<sup>1</sup>, Rômula Fernandes da Silva<sup>2</sup>; Camilo L.T. Andrade<sup>3</sup> e Flávio Justino<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda em Meteorologia Agrícola, UFV- marine.grossi@ufv.br

<sup>2</sup> Mestranda em Meteorologia Agrícola, UFV

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas-Minas Gerais.

<sup>4</sup> Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG;

**Resumo:** O milho (*Zea mays L.*) tem grande importância na economia e na segurança alimentar mundial. Desta maneira, é relevante analisar a resposta desta cultura a diversas condições ambientais e de manejo. Para isto, tem-se utilizado modelos de simulação de crescimento e produtividade de plantas que permitem criar cenários, levando em consideração as várias combinações dos fatores que determinam a produtividade das culturas. O objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da radiação solar e da temperatura do ar nos valores da produtividade potencial da cultura do milho, a partir de simulações realizadas para as condições de Sete Lagoas no Estado de Minas Gerais. Foram realizadas simulações utilizando o modelo CERES-Maize, que está incluído no pacote de software DSSAT 4.5. Foram simulados valores de produtividade potencial para 20 anos (1987 a 2006) com data de plantio em 15 de agosto. Utilizou-se o híbrido de milho triplo BRS-3150. A produtividade média nos 20 ciclos foi de 7837 Kg/ha, a radiação solar global média foi 20,32 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e os valores médios de temperatura máxima e mínima foram 29,08°C e 17,17°C, respectivamente. Os anos de máxima e mínima produtividade foram 1989 e 1992, com produtividades iguais a 9605 kg/ha e 5454 kg/ha, respectivamente. O modelo de regressão gerado com todos os componentes principais demonstrou que a temperatura máxima, considerando-se o sub período anterior ao enchimento dos grãos, não teve influência significativa sobre a produtividade. Já a temperatura mínima e a radiação solar global, também considerados nas fases anteriores ao enchimento dos grãos, influenciaram significativamente ( $\alpha = 10\%$ ) a produtividade potencial do milho simulada para as condições de Sete Lagoas, Minas Gerais.

**Palavras-chave:** modelo CSM-CERES-Maize, radiação solar, temperatura, produtividade.

**Abstract:** The Maize (*Zea mays L.*) has great importance in the economy and world food security. Thus, it is important to analyze the response of this culture to different environmental conditions and management. For this, have been used simulation models of growth and productivity of plants that allow create scenarios, taking into account the various combinations of factors that determine crop productivity. The aim of this study was to examine the influence of solar radiation and air temperature in the values of the potential productivity of maize, from simulations for conditions of Sete Lagoas in Minas Gerais. Simulations were carried out using the CERES-Maize model, which is included in the software package DSSAT 4.5. It was simulated values of potential productivity for 20 years (1987-2006) with the planting date of August 15. It was used the triple hybrid maize BRS-3150. The average yield on the 20 cycles was 7837 kg / ha, the average global solar radiation was 20.32 MJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> and the average values of maximum and minimum temperatures were 29.08 ° C and 17.17 ° C, respectively. The years of maximum and minimum yield were 1989 and 1992, with yields equal to 9605 kg / ha and 5454 kg / ha, respectively. The generated regression model with all the major components demonstrated that the maximum temperature, considering the sub period prior to grain filling, had no significant influence on

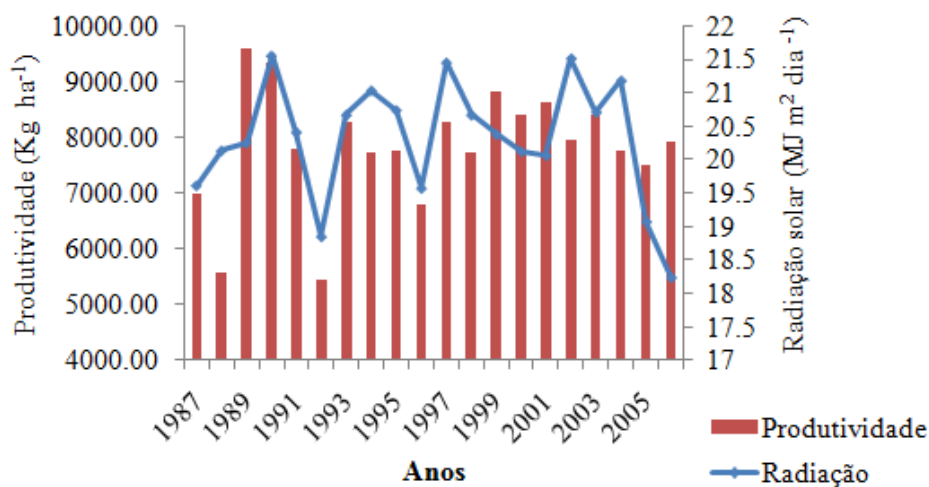
productivity. Already the minimum temperature and solar radiation, also considered in earlier phases of grain filling, influenced significantly ( $\alpha = 10\%$ ) the potential productivity of maize to simulated conditions of Sete Lagoas, Minas Gerais.

Keywords: model CSM-CERES-Maize, solar radiation, temperature, yield.

**1. Introdução:** O milho (*Zea mays L.*) é uma planta  $C_4$  de alto valor nutricional e econômico, sendo caracterizada por diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O rendimento de uma lavoura de milho é o resultado do potencial genético da cultivar e das condições de solo e clima do local de plantio, além do manejo da lavoura. A fim de analisar a resposta das culturas a estes fatores, utilizam-se os modelos de simulação. Tais modelos podem ser utilizados no manejo de irrigação, além de auxiliar na compreensão das interações genéticas, fisiológicas e ambiental, como também nas decisões de práticas culturais antes e durante o período da cultura no campo (BOOTE *et al.*, 1996, citados por FREITAS *et al.*, 2001). Existem muitos modelos de simulação para o milho, dentre os quais o CSM-CERES-Maize, que permite a realização de simulações dos processos fisiológicos da planta. Tal modelo integra os efeitos das características físicas e hídricas do solo, a cultura e as condições climáticas que são determinadas pelo conjunto de variáveis meteorológicas, dentre as quais a radiação solar e a temperatura. O objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da radiação solar e da temperatura do ar nos valores de produtividade potencial da cultura do milho, a partir de simulações realizadas para as condições de Sete Lagoas no Estado de Minas Gerais.

**2. Metodologia:** Foi realizado um experimento de simulação da produtividade potencial da cultura do milho para a cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais (Latitude: -19.484, Longitude: -44.174, Elevação: 739 m). Para isto, utilizou-se o modelo CSM-CERES-Maize que está inserido no software DSSAT (Sistema de Suporte à Decisão para Transferência de Tecnologia), versão 4.5 (HOOGENBOOM *et al.*, 2009). Esse modelo considera o processo de balanço de água e nutrientes no solo, a interceptação da radiação pelo dossel, a produção de matéria seca e a partição da biomassa (KINIRY *et al.*, 1997, citados por FREITAS *et al.*, 2001). Simulou-se uma produtividade potencial, ou seja, a resposta da planta em condições hídricas e nutricionais ideais, desconsiderando-se também o efeito de pragas e doenças sobre a cultura. Foi utilizado o híbrido triplo de milho 'BRS 3150' que tem grãos do tipo semidentado, laranja-avermelhados, ciclo precoce e alta produtividade, alcançando o valor médio de 7500 kg/ha (EMBRAPA, 2010). A população de plantas foi de 65.000 pl/hectare, distribuídas em linhas espaçadas de 0,90m. A profundidade de plantio foi considerada igual a 6 cm e a data da colheita coincidindo com a maturação fisiológica. No modelo, utilizou-se os coeficientes fenotípicos do híbrido BRS 3150, obtidos pela Embrapa Milho e Sorgo. As variáveis climáticas utilizadas foram radiação solar global ( $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$ ) e temperaturas máxima e mínima ( $^{\circ}C$ ), coletadas na estação meteorológica padrão, localizada na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Os valores de produtividade potencial foram simulados para 20 anos (1987 a 2006), com data de plantio em 15 de agosto. Segundo SANGOI *et al.* (2010), o aproveitamento ideal de radiação solar é máximo nas fases anteriores ao enchimento de grãos. Nesse sentido, foi verificado o efeito das variáveis climáticas nas fases anteriores ao enchimento dos grãos sobre a produtividade do milho. Utilizou-se, para isso, um modelo de regressão para análise dos componentes principais, no programa R-2.12.2. Foram utilizadas os valores médios das temperaturas máxima e mínima e da radiação solar global acumulada nesse sub período do ciclo. Para testar os coeficientes da regressão considerou-se o nível de significância de 10%. Além disso, visando uma melhor visualização da influência das variáveis sobre o rendimento final da cultura, foram feitas comparações entre os anos de máxima e mínima produtividade.

**3. Resultados e Discussão:** Na Figura 1, são mostrados os valores de produtividade potencial simulada e de radiação solar global média ao longo do ciclo da cultura. Os anos mostrados se referem à data de plantio, sendo que ocorreram ciclos em que a colheita foi realizada no ano seguinte. A produtividade média nos 20 ciclos foi de 7837 kg/ha, com desvio padrão de 1044,82 kg/ha. A radiação solar global média foi 20,32 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e os valores médios de temperatura máxima e mínima foram 29,08°C e 17,17°C, respectivamente. Os anos de máxima e mínima produtividade potencial foram 1989 e 1992, com rendimentos de grãos, expressos em matéria seca, iguais a 9605 kg/ha e 5454 kg/ha, respectivamente. Observaram-se valores de produtividade potencial bem acima da média esperada (7500 kg/ha), o que já era previsto, uma vez que foram simuladas condições ótimas de água, nutrientes e controle fitossanitário.



**Figura 1.** Valores de produtividade potencial simulados e radiação solar global média no ciclo da cultura, no período de 1987 a 2006, para Sete Lagoas, Minas Gerais.

O modelo de regressão gerado com todos os componentes principais demonstrou que a temperatura máxima não teve influência significativa ( $p\text{-valor} = 0.56 > 0,10$ ) sobre a produtividade. Sendo assim, eliminou-se esta variável climática obtendo-se o modelo a seguir, cuja análise da regressão é mostrada na Tabela 1.

$$\text{Prod} \sim \text{Rad} + T_{\min} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que,

Prod: produtividade do milho (kg ha<sup>-1</sup>);

Rad: radiação solar global acumulada antes do início do enchimento dos grãos (MJ m<sup>-2</sup> sub período<sup>-1</sup>);

T<sub>min</sub>: média das temperaturas mínimas registradas antes do início do enchimento dos grãos (°C).

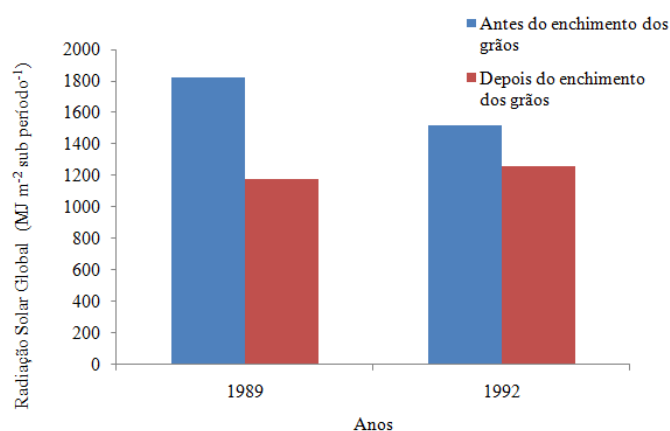
**Tabela 1.** Análise da regressão entre a produtividade do híbrido de milho BRS-3150 e a radiação solar global e temperatura mínima, do plantio até o início do enchimento dos grãos.

<b>Coefficientes</b>	<b>Valor estimado</b>	<b>p-valor</b>	<b>t-calculado</b>
<b>Intercepto</b>	-20008,16	0,057	-2,039
<b>Rad</b>	9,64	0,003	3,403
<b>T<sub>min</sub></b>	736,40	0,077	1,879
<b>Análise da equação</b>	<b>f-calculado</b>	<b>p-valor</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
	5,797	0,012	0,41

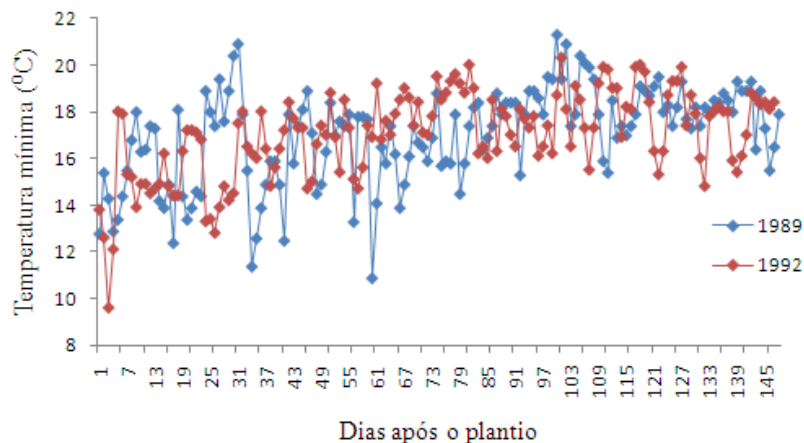
$t_{\text{tabelado}(0,10)}: 1,74$

$f_{\text{tabelado}(0,10)}: 2.645$

Nesse modelo, observou-se que todos os coeficientes da regressão foram significativos a 10% de probabilidade ( $p\text{-valor} < 0,10$ ), indicando a influência da radiação solar global e da temperatura mínima, consideradas antes do enchimento dos grãos, na produtividade final do milho. Nota-se também que, pelo teste- F, o modelo de regressão proposto se ajustou bem aos dados ( $p\text{-valor} = 0.012 < 0,10$ ). A influência da radiação solar sobre o rendimento final do milho pôde ser verificada ao se comparar os anos de máxima e mínima produtividade (Figura 2). Percebeu-se que, a radiação solar global acumulada antes do enchimento dos grãos foi bem superior para 1989 em relação a 1992 (16,85% maior). Já na Figura 3, é possível visualizar a variação da temperatura mínima para os mesmos anos. Foi verificado que, na fase inicial do ciclo os valores de temperatura mínima registrados em 1989 foram, na maioria das vezes, inferiores aos de 1992. Considerando-se a fase anterior ao enchimento dos grãos, que durou 86 dias para ambos os ciclos, encontrou-se que em 58% das vezes o valor de temperatura mínima foi menor para 1989 quando comparado com 1992. As temperaturas mínimas ocorrem normalmente à noite e é importante notar que se estas forem elevadas, o rendimento do milho pode ser prejudicado. Isto porque durante a noite a planta paralisa a fotossíntese, mas continua respirando. De acordo com SANGOI *et al.* (2010), quanto maior a temperatura noturna, maior a atividade respiratória e menor é o acúmulo de fotoassimilados aos grãos na fase inicial de seu desenvolvimento.



**Figura 2.** Radiação solar global acumulada ( $\text{MJ m}^{-2}\text{sub período}^{-1}$ ) para os anos de máxima e mínima produtividade (1989 e 1992).



**Figura 3.** Variação da temperatura mínima ao longo do ciclo da cultura para os anos de máxima e mínima produtividade (1989 e 1992).

**4. Conclusão:** Através do uso de um modelo de regressão, conclui-se que a temperatura mínima e a radiação solar global registradas nas fases anteriores ao enchimento dos grãos influenciaram significativamente ( $\alpha = 10\%$ ) a produtividade potencial do milho simulada para as condições de Sete Lagoas, Minas Gerais.

## 5. Referências Bibliográficas

BOOTE, K. J. *et al.* **Potential uses and limitations of crop models.** Agron. J., Madison, v.88, p.704-716, 1996.

EMBRAPA, Catálogo de Produtos e serviços Disponível em: [http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo\\_de\\_produtos\\_e\\_servicos/arvore/CONT000fmajvzei02wyiv80xwu0stllyo68h.html](http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo_de_produtos_e_servicos/arvore/CONT000fmajvzei02wyiv80xwu0stllyo68h.html). Acesso em 25 de Novembro de 2010.

FREITAS, P.L.; MANTOVANI, E. C.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A. A e BERTONHA, A. **Influência da radiação solar sobre os valores de produtividade da cultura do milho, Zea mays L., simulados pelo modelo CERES-Maize.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1221-1227, 2001.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; HUNT, L. A.; BOOTE, K. J.; SINGH, U.; URYSEV, O.; LIZASO, J. I.; WHITE, J. W.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; BATCHELOR, W. D.; TSUJI, G. Y. **Decision Support System for Agrotechnology Transfer: version 4.5.** Honolulu: University of Hawaii, 2009. 1 CD-ROM.

KINIRY, J. R.; WILLIAMS, J.R.; VANDERLIP, R.L.; ATWOOD, J. D.; REICOSKY, D. C.; MULLIKEN, J.; COX, W.J.; MASCAGNI, H. J.; HOLLINGER, S. E.; WIEBOLD, W. J. **Evaluation of two maize models for nine U.S locations.** Agronomy Journal, Madison, v. 89, p. 421-426, 1997.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA G. e RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos.** Lages: Graphel, 88p. 2010.