

# IRRADIAÇÃO SOLAR E PRODUTIVIDADE POTENCIAL DE MILHO NA REGIÃO DE ARAPIRACA – AL

**Marshall Victor Chagas Santos** - marshallvictor@hotmail.com

**José Leonaldo de Souza** - leonaldojs@yahoo.com.br

**Ricardo Araújo Ferreira Júnior** – ricardo\_ceca@hotmail.com

**Renato Américo de Araújo Neto** – renato.eng.agronomo@hotmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar - LARAS

**Gustavo Bastos Lyra** - gblyra@gmail.com

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Seropédica-RJ

**Joelmir José Albuquerque de Farias** – joelmirfarias@hotmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar - LARAS

**Resumo:** O crescimento e desenvolvimento da cultura do milho, assim como sua produtividade pode ser obtida por modelos biofísicos, em que a fotossíntese bruta é dada em função da radiação solar. Nesse contexto, a modelagem agrometeorológica se apresenta como uma ferramenta útil, permitindo aos agricultores e pesquisadores o acompanhamento do processo de desenvolvimento da cultura e dos fatores que afetam sua produtividade. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estimar a produtividade potencial do milho para diferentes épocas de plantio utilizando dados de irradiação solar global ( $H_g$ ) interceptada, através do método de Muchow. O modelo utiliza como dado de entrada a irradiação solar global diária para calcular a biomassa. Os dados meteorológicos e da cultura foram obtidos de pesquisa experimental na Vila São José, região de Arapiraca-AL. Os dados de produtividade apresentaram alta correlação linear com os dados de  $H_g$ , indicando um ajuste elevado entre si.

**Palavras-Chave:** Modelagem Agrometeorológica. Muchow - Modelo. Biomassa - Cálculo de produtividade.

## 1. INTRODUÇÃO

A radiação solar é destaque em pesquisas que visam buscar o rendimento potencial das culturas agrícolas (Muchow *et al.*, 1990; Sinclair & Muchow, 1999; Andrade *et al.*, 1993; Marchão 1994; Freitas *et al.*, 2001; Kunz, 2007). A porção da radiação solar atuante na fotossíntese é denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), que na faixa do espectro solar está compreendida entre os comprimentos de onda de 400 a 700 nm (nanômetros). A RFA é absorvida pelo tecido clorofilado das folhas e, em seguida, utilizada na transformação do dióxido de carbono ( $CO_2$ ) em carboidratos, através do processo fotossintético, resultando no crescimento e desenvolvimento dos vegetais. A cultura do milho apresenta alta taxa fotossintética, ou seja, um aumento na disponibilidade de RFA induz a planta a uma maior eficiência na conversão da radiação solar em biomassa, resultando em rendimentos mais elevados e, além disso, o milho possui uma elevada eficiência no uso da radiação solar (EUR) que é atribuída a anatomia da sua folha, por apresentar menor área entre as nervuras e lamela suberizada, o que minimiza a perda de  $CO_2$  para a atmosfera (Hattersley, 1984). Dentro desse contexto, é importante ressaltar a utilização da cultura do milho como fonte de energia renovável, tendo em vista o crescente incentivo pela utilização de energias de fontes renováveis que eleva a demanda de combustíveis provenientes de biomassa vegetal (biocombustíveis). O aumento dessa demanda explica o fato dos maiores produtores mundiais de milho destinarem grande parte da sua produção para o setor de biocombustíveis, o que pode acarretar uma redução na disponibilidade desse recurso para os demais setores (indústria alimentícia e pecuária). Assim, havendo uma dependência da produção vegetal com relação as variáveis meteorológicas, principalmente a radiação solar, é importante relaciona-la com o crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas, no intuito de prever com maior precisão o seu rendimento. Portanto, objetivou-se no presente trabalho, estimar a produtividade potencial de milho para diferentes épocas de plantio utilizando dados de irradiação solar global através do método de Muchow para a região de Arapiraca-AL.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de irradiação solar global ( $H_g$ ) foram obtidos por um Piranômetro CM3 da Kipp & Zonen e a temperatura do ar (máxima e mínima) medidos, por meio, do Sensor HMP45C – Vaisala Inc. com um banco de dados meteorológico entre 1º de dezembro de 2005 e 31 de março de 2007, foram criados arquivos para simular diferentes épocas de semeadura, em que a duração dos ciclos da cultura nas simulações foram considerados equivalentes a 100 dias. Os dados da cultura do milho utilizados nas simulações de crescimento e desenvolvimento, por meio, de modelos

biofísicos foram oriundos do experimento realizado na Vila São José, região de Arapiraca, Alagoas (09°38'35,3"S; 36°40'15,5"W; 260m), numa área de 6.120,00 m<sup>2</sup>, com cerca de 60 hectares de cultivos comerciais de milho no seu entorno. Os dados de produção de biomassa foram analisados através de comparações entre a produção de matéria seca observada no experimento e simulada pelo modelo. Os dados de produtividade foram analisados utilizando-se do Percentual de desvio – PD (Tojo Soler, 2004) e Raíz quadrada do erro médio – RMSE (Loague & Green, 1991). Posteriormente, com base no banco de dados meteorológico, realizaram-se vinte e quatro simulações quinzenais, na qual foi utilizado o modelo de produção potencial proposto por Muchow *et al.* (1990), que foi desenvolvido especificamente para a cultura do milho. A produção potencial diária de biomassa foi obtida pela irradiação solar global (Hg, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), eficiência no uso da radiação (EUR, g MJ<sup>-1</sup>) e índice de área foliar (IAF), conforme a Eq. 1. O IAF utilizado como entrada no modelo foi obtido em experimento de campo realizado no ano de 2005 (Ferreira Júnior, 2007). O somatório dos valores diários de PP<sub>D</sub> resulta na produção total de biomassa durante o ciclo de crescimento.

$$PP_D = Hg EUR (1 - \exp^{(0,4 * IAF)}) \quad (1)$$

em que, PP<sub>D</sub> é a produção potencial diária de biomassa (g m<sup>-2</sup>).

A produtividade de grãos (t ha<sup>-1</sup>) foi obtida pelo produto entre a produção potencial de biomassa total (PP<sub>D</sub>) e o índice de colheita (C<sub>COL</sub>) - definido pelo modelo com valor de 0,5, para representar o potencial genético da maioria dos híbridos de milho comercializados atualmente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo total de biomassa obtido em experimento foi igual a 13,05 t ha<sup>-1</sup>, e a simulação resultou em 9,53 t ha<sup>-1</sup>, indicando um percentual de desvio (PD) igual a -27%. A análise de regressão linear confirmou a subestimativa, resultando em um coeficiente de correlação linear de 95% (Fig. 1a). A RMSE apontou uma diferença média entre os valores observados e simulados de 1,17 t ha<sup>-1</sup>. O rendimento de grãos observado foi de 5,30 t ha<sup>-1</sup> com PD indicando uma subestimativa de 17,2%. Tendo em vista o ajuste satisfatório do método de Muchow na estimativa da produção potencial de biomassa em função, principalmente, da irradiação solar global, destaca-se na Fig. 1b a análise de regressão linear entre os dados de produtividade obtidos pelas simulações quinzenais e os respectivos valores totais de Hg interceptada para cada época de semeadura simulada (Hg<sub>total(int)</sub>) evidenciando um elevado coeficiente de correlação linear de 95%. Na Fig. 2, observa-se um padrão semelhante entre as duas variáveis, ou seja, isso indica que nas épocas com maiores disponibilidade de Hg<sub>total(int)</sub> o modelo rendeu maiores produtividades, e os mínimos valores de Hg<sub>total(int)</sub> resultaram em baixos rendimentos.

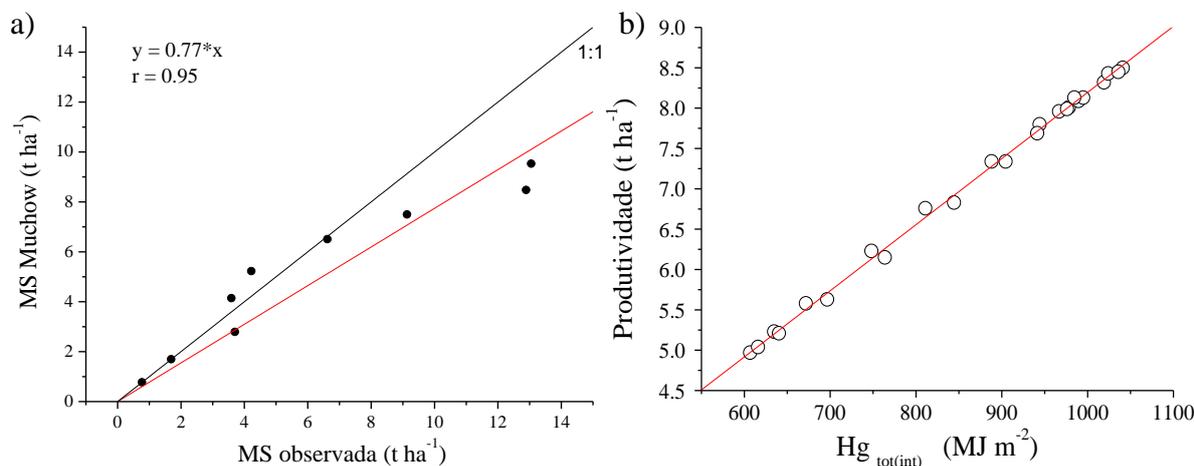


Figura 1 - Análise de regressão linear entre a matéria seca (MS) observada e simulada pelo método de Muchow (a) e análise de regressão linear entre os dados de irradiação solar global total interceptada (Hg<sub>total(int)</sub>) e produtividade potencial de milho estimada para diferentes épocas de semeadura pelo método de Muchow (b).

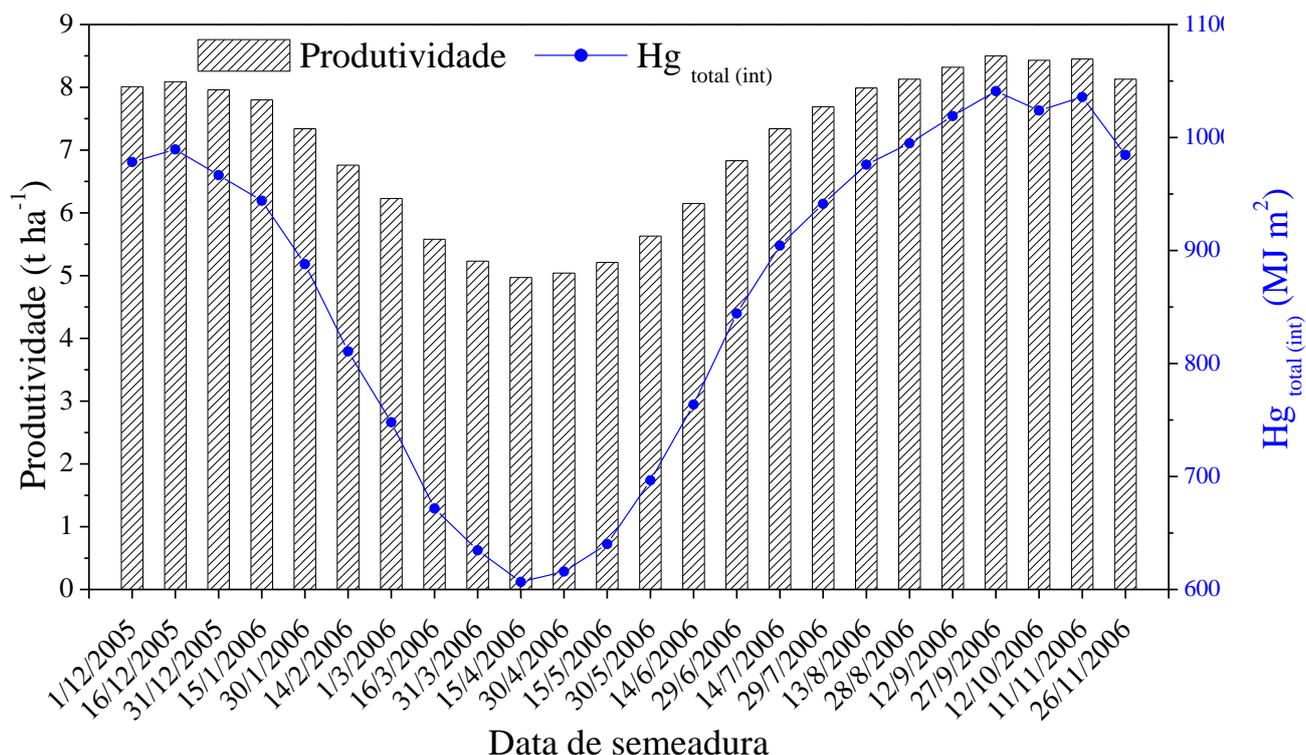


Figura 2 - Produtividade de milho estimada em diferentes datas de semeadura através do método de Muchow e o total da irradiação solar global interceptada ( $Hg_{total(int)}$ ) para a região de Arapiraca-AL.

#### 4. CONCLUSÕES

A irradiação solar global interceptada acumulada para cada simulação obteve alto ajuste com a produtividade calculada pelo método de Muchow para a Região de Arapiraca-AL. O método de Muchow estimou a produtividade potencial com aceitável coeficiente de correlação linear e baixo desvio percentual. As épocas de semeadura que indicaram melhores produtividades foram as simuladas entre os meses de agosto a outubro.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pelo apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS

- Andrade, F.H.; Uhart, S.A.; Cirilo, A., 1993. Temperature Affects radiation use efficiency in maize. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.32, p.17-25.
- Ferreira Júnior, R.A., 2007. Crescimento, produtividade e eficiência no uso da radiação do milho sob diferentes coberturas de solo. Rio Largo, 26f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas.
- Freitas, P.S.L.F.; Mantovani, E.C.; Rezende, R.; Gonçalves, A.C.A.G.; Bertonha, A., 2001. Influência da radiação solar sobre os valores de produtividade da cultura do milho, *Zea mays L.*, simulados pelo modelo CERES-Maize. *Acta Scientiarum*, v.23, n.5, p.1221-1227.
- Hattersley, P.W., 1984. Characterization of C<sub>4</sub> type leaf anatomy in grasses (Poaceae). Mesophyll: budles sheath area ratios. *Annual of Botany*, v.53, p.163-179.
- Kunz, J.H.; Bergonci, J.I.; Bergamaschi, H.; Dalmago, G.A.; Hackler, B.M.M.; Comiran, F., 2007. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520.
- Loague, K.; Green, R.E., 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. In: P.J Wierenga (Guest Editor), *Validation of Flow and Transport Models for the Unsaturated Zone*. *Journal of Contaminant Hydrology*, v.7, p.51-73.

- Marchão, R.L.; Brasil, E.M.; Ximenes, P.A., 2006. Intercepção da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos de milho adensado. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, p.170-181.
- Muchow, R.C.; Sinclair, T.R.; Bennett, J.M., 1990. Temperature and Solar Radiation Effects on Potential Maize Yield across Locations. Agronomy Journal. v.82, p.338-343.
- Sinclair, T.R.; Muchow, R.C., 1999. Radiation use efficiency. Advances in Agronomy, v.65, p.216-265.
- Tojo Soler, C.M., 2004. Uso do modelo Ceres-Maize para previsão de safra do milho “safrinha”. 132p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP.

## SOLAR IRRADIATION AND MAIZE YIELD POTENTIAL FOR ARAPIRACA-AL REGION

**ABSTRACT:** *The growth and development of corn as well as your productivity by biophysical models, in which the gross photosynthesis is a function of solar radiation can be obtained. Given this predominance on the world stage, this culture is the target of several studies on yield potential through agrometeorological models. In this context, agrometeorological modeling is presented as a useful tool, enabling farmers and researchers monitoring the process of development of culture and the factors affecting their productivity. Therefore, the objective of the present study is estimate the yield potential of maize for different planting seasons using data from intercepted global solar irradiation (Hg) by the Muchow method. The model use as input daily global solar radiation to compute biomass. The meteorological and culture data from the experimental research in Vila São José region, Arapiraca-AL. Productivity data showed high linear correlation with the data of Hg, indicating an elevated setting with each other.*

**Key words:** Agrometeorological Modeling. Muchow – Model. Biomass - Calculating productivity.