

ENSAIO DE COMPETIÇÃO ENTRE VARIEDADES DE MILHO E ESTIMATIVA DO EFEITO DA CHUVA SOBRE A PRODUÇÃO, USANDO O MODELO AQUACROP

GERALDO CORDEIRO FILHO¹, HILDEU FERREIRA DA ASSUNÇÃO², TATIANE M. LIMA³, ANALI MARTIM⁴, RICARDO SOUZA LIMA⁵

¹Acadêmico do curso de Agronomia (bolsista PIBIC/CNPq), Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás (CAJ/UFG), Jataí - GO, geraco1986@hotmail.com; ²Prof. Dr. do Campus Jataí/UFG (Orientador), hildeu@jatai.ufg.br; ³Mestranda em Produção Vegetal, CAJ/UFG; ⁴Acadêmica do curso de Agronomia (bolsista PIBIC/CNPq/CAJ/UFG); ⁵ Acadêmico do curso de Agronomia(UFG)

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - Grandarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de oito variedades de milho e estimar o efeito da chuva sobre a produção, usando o modelo AquaCrop. Para isso foi montado um ensaio, no campo experimental do CAJ/UFG, com delineamento em quatro blocos ao acaso. Os parâmetros morfofisiológicos de cada variedade foram avaliados, semanalmente, a partir de 17 dias após o plantio, os quais serviram como variáveis de entrada do modelo. Para fazer as simulações, foram fornecidos ao modelo informações sobre o clima e o solo da área experimental. Com base no rendimento experimental, no rendimento máximo, na transpiração e nas evapotranspirações real e máxima da cultura estimados pelo modelo, foi possível calcular a eficiência de uso de água e o coeficiente de resposta da cultura. Os resultados, referentes às oito variedades, foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade, aonde se chegou à conclusão de que as variedades CAIANO e CAIANO-CERRADO destacaram produtivamente em relação às outras. Em relação ao uso eficiente da água, as variedades CAIANO, EMGOPA_501 e MPA-1 foram superiores às demais. A variedade EMGOPA_501 teve a menor redução do rendimento relativo frente à deficiência hídrica relativa.

Palavras-chave: Eficiência de uso da água, Coeficiente de resposta, Rendimento máximo.

Abstract: The present work had as objective evaluates the productivity of eight corn varieties and to esteem the effect of the rain on the production, using the model AquaCrop. For that a rehearsal was set up, in the experimental field of CAJ/UFG, with design in four blocks to the maybe. The parameters morphophysiological of each variety were appraised, weekly, starting from 17 days after the planting, which served as variables of entrance of the model. To do the simulations, they were supplied to the model information on the climate and the soil of the experimental area. With base in the experimental productivity, in the maximum productivity, in the perspiration and in the real and maximum evapotranspiration of the culture esteemed by the model, it was possible to calculate the efficiency of use of water and the coefficient of answer of the culture. The results, referring to the eight varieties, they were submitted to the test of Tukey, to 5% of probability, the one where it was reached the conclusion that the varieties CAIANO and CAIANO-CERRADO highlighted productively in relation to the other ones. In relation to the efficient use of the water, the varieties CAIANO, EMGOPA_501 and

MPA-1 were superior to the others. The variety EMGOPA_501 had the smallest reduction of the productivity relative front to the water deficiency relative.

Key words: water use efficiency, yield response factor, maximum yield.

Introdução: O fator mais importante que determina a necessidade de irrigação de certa cultura em uma região é a quantidade e distribuição de chuvas. Geralmente, nas regiões mais úmidas do país, a quantidade de chuvas ao longo do ano é suficiente para o cultivo de pelo menos uma safra de milho. Entretanto devido a má distribuição das chuvas a cultura pode sofrer com a falta de água. É comum nas regiões Sudeste e Centro – Oeste a ocorrência de veranicos que causam quebra na produtividade e qualidade dos grãos (FORNASIERI, 2007).

Na região Centro–Oeste existe uma grande quantidade de agricultores familiares que estão situados em áreas com solos marginais, que possuem uma baixa capacidade de retenção de água. Em geral, esses agricultores não dispõem de sistemas de irrigação, logo, os veranicos que ocorrem durante a safra acabam comprometendo a produtividade das lavouras. Diante disso o estudo de variedades mais adaptadas a essa região é de extrema importância.

Nesse sentido a utilização do modelo AquaCrop (RAES et al., 2009) se torna uma ferramenta muito importante, que segundo VIEIRA JR. (1999), o modelo procura quantificar os efeitos das variações ambientais e tecnológicas sobre o rendimento das culturas. O modelo AquaCrop apresenta o potencial de uso da água para responder questões em pesquisa, manejo de culturas e planejamento, auxiliando no entendimento sobre as interações genéticas, fisiológicas e do ambiente (BOOTE et al., 1996).

O presente teve como objetivo fazer uso do modelo AquaCrop, para estimar o efeito das chuvas no desempenho produtivo de 8 variedades de milho, no município de Jataí-GO, levando em consideração a eficiência de uso da água pela cultura e o coeficiente de resposta da cultura ao estresse hídrico.

Material e métodos: O ensaio foi conduzido na área experimental do Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás (17°52' S; 51°48' W; 676 m), Jataí, GO. O solo predominante da área experimental é o Latossolo Roxo distrófico (LRd1) com textura argilosa. A classificação climática de Köppen para a região de Jataí é Awa (megatérmico: tropical de savana com verão chuvoso e inverno seco). Raramente há ocorrência de geadas, e, quando ocorre, é de forma esporádica e de baixa severidade. A temperatura média anual é de 22,2°C, com amplitude térmica anual de 6,2 °C, uma vez que a temperatura média do mês mais frio (julho) é de 18,2 °C e a do mês mais quente (Outubro) é de 24,4 °C. As precipitações pluviométricas, nesta região, variam entre 1200 a 2000 mm, com uma média anual é de 1600 mm, onde 90% das chuvas ocorrem de outubro a abril (ASSUNÇÃO et al., 1999).

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos (variedades) e quatro repetições (blocos). A semeadura foi realizada, no sistema de sequeiro, em 16 de novembro de 2008, com espaçamento entre linha de 0,90 m e dentro da linha com 0,25 metros entre plantas, finalizando em uma população aproximada de 44500 plantas por hectare. Tanto no preparo e correção do solo, quanto nos tratamentos culturais, seguiram-se as recomendações técnicas específicas para o cultivo do milho. Adubação mineral foi realizada no sulco do plantio incorporado no solo, onde foi colocado nessa área 1184 kg/ha de cal agrícola, 220 kg/ha de adubo N-P-K, na formulação 15-30-30. A adubação de cobertura foi

realizada após 30 dias após a emergência, quando as plantas tinham cerca de 8 folhas, onde foi aplicado 135 kg/ha de uréia no sulco de plantio.

A coleta dos parâmetros morfofisiológicos iniciou-se aos 17 dias após o plantio, mantendo-se uma frequência semanal de coleta dados, referentes às medidas lineares e de peso do caule, das folhas, da inflorescência e das sementes, conforme (ASSUNÇÃO et al., 2004).

O IAF (Índice de área foliar) foi obtido medindo semanalmente o comprimento e a largura da folha central de cinco plantas por parcela, sendo a área de cada folha (AF) estimada pela equação $AF=0,75 \times C \times L$ (FRANCIS et al., 1969).

Após a coleta dos dados, estes foram inseridos no modelo AquaCrop que requer, como parâmetros de entrada, dados diários do clima: chuva, temperaturas máxima e mínima, evapotranspiração de referência e concentração de CO₂ (369 ppm sugerido pelo próprio sistema); dados da cultura: densidade de semeadura, data de semeadura, data do início e fim do florescimento, índice de cobertura vegetal, índice de colheita, temperatura de estresse da cultura e índice de colheita; dados sobre os manejos da irrigação e do campo; e ainda o tipo de solo com as condições iniciais de umidade e fertilidade do solo.

Os dados agrometeorológicos de Jataí foram obtidos junto à Plataforma de Coleta de Dados do INMET (2009). Os atributos físicos e químicos do solo foram obtidos através da análise de solo realizada em laboratório.

O modelo foi alimentado com os dados de cada variedade estudada, e por fim, feitas as simulações. Os parâmetros gerados pelo modelo (transpiração, evapotranspirações máxima e real e rendimento máximo) foram utilizados para calcular a eficiência de uso da água (EUA) e o coeficiente de resposta da cultura (ky). Estes fatores são calculados conforme DOORENBOS & KASSAM (1979).

$$EUA = \frac{Ya}{Tr} (\text{kg m}^3) \quad (1)$$

$$ky = \frac{(1 - Ya/Yx)}{(1 - ET/ETx)} \quad (2)$$

Onde Ya é o rendimento (kg ha⁻¹) obtido experimentalmente nas condições locais de clima e solo; Tr é a transpiração (m³) acumulada durante o ciclo da cultura; Yx é o rendimento máximo (kg ha⁻¹) esperado pelo modelo nas condições locais de clima e solo; ET é a evapotranspiração real (mm) acumulada durante o ciclo da cultura e ETx é a evapotranspiração máxima (mm) da cultura acumulada durante o ciclo.

DOORENBOS & KASSAM (1979) traduzem o coeficiente de resposta como sendo a redução do rendimento relativo em função do déficit de evapotranspiração relativa, ou seja, quanto menor o valor de ky , maior a tolerância da cultura ao estresse hídrico.

A avaliação efeito das chuvas sobre o desempenho produtivo nas variedades de milho e a eficiência do uso da água sobre o índice de cobertura vegetal, as eficiências de uso da água e os coeficientes de resposta foram submetidas a análise de variância posteriormente, submetidas ao teste de Tukey 5% de significância.

Resultados e discussão: A Tabela 1 mostra a produção em grãos com 13% de umidade para as variedades avaliadas neste experimento, no qual as variedades CAIANO-CERRADO e CAIANO tiveram as maiores médias de produção observada a campo, equivalendo 5513 e 5506 kg ha⁻¹, respectivamente. Este resultado corrobora com os resultados de ARAÚJO & NASS (2002) que obteve uma média de 5532 kg ha⁻¹ para a variedade CAIANO, em experimento com várias raças crioulas no Estado do Paraná.

A produtividade potencial da variedade CAIANO-CERRADO e CAIANO simulada pelo modelo AquaCrop foi de 7,36 e 7,0 ton.ha⁻¹ e a obtida em campo foi de 5,513 e 5,506 ton.ha⁻¹

respectivamente. Essa diferença entre a produtividade da simulação e a produtividade real ocorre porque o modelo considera todas as condições ótimas de clima, porém em campo nota-se que houve oscilações de precipitação durante o desenvolvimento das culturas, o que pode ter provocado na redução da produtividade.

Tabela 1. Média de produtividade em grãos a 13% de umidade para variedades de milho.

Variedade	Ym (kg.ha⁻¹)	Ya (kg ha⁻¹)	EUA (kg.m³)	Ky
CAIANO-CERRADO	7357	5513a	2,06ab	1,40ab
CAIANO	7000	5506a	2,27a	1,15ab
UFV 9200	6794	5154ab	1,93ab	1,38ab
MPA-1	5893	4831ab	2,12a	0,93ab
EMGOPA 501	5676	4759ab	2,13a	0,82a
SOL-DA-MANHÃ	7364	4557ab	1,58ab	2,31ab
AMARELO	6384	4228ab	167ab	1,83ab
CAIANO-ROXO	6256	3376b	1,28b	2,61 b

Médias seguidas de pelo menos uma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.
Ym: Produtividade máxima estimada pelo modelo Aquacrop; Ya:Produtividade observada experimentalmente; EUA: Eficiência do uso da água observada experimentalmente; ky:Coeficiente de resposta ao uso da água

A Tabela 1 mostra que as variedades CAIANO e a EMGOPA 501, obtiveram uma melhor eficiência de uso da água, logo, essas variedades respondem melhor no período de safra, que compreende o período de novembro a abril, mas também são indicadas para o plantio na safrinha, porém a produtividade será menor do que da safra em função da restrição água essas variedades acabam não respondendo todo seu potencial de produção.

A eficiência de uso da água estimada pelo modelo AquaCrop, para as variedades CAIANO, EMGOPA 501, MPA-1, foram respectivamente 2,88, 2,54 e 2,59 kg.m⁻³, já em relação a eficiência de uso observa em campo para essa variedades foram respectivamente 2,27 , 2,13 e 2,12 isso significa que essas variedades atenderam as estimativas que o modelo propôs, e que houve um bom aproveitamento de água pela cultura.

A Tabela 1 nos mostra o coeficiente de resposta do uso da água (ky) das variedades em estudo, esse coeficiente implica na tolerância da variedade ao déficit hídrico. Neste trabalho a variedade mais resistente à seca foi a EMGOPA 501, pois apresentou o menor coeficiente, sendo esta a mais recomendada para o cultivo de safrinha, que corresponde ao período de fevereiro a maio quando os veranicos são mais frequentes, e em função dessa característica essa variedade apresenta uma melhor produtividade quando comparada às demais. Dessa forma essa variedade pode ser uma alternativa para agricultores familiares que não dispõem de sistemas de irrigação.

As Variedades MPA-1 e CAIANO podem ser indicadas também para o plantio na safrinha, segundo DOORENBOS & KASSAM, (1979) variedades de milho com coeficiente de resposta (ky) próximo de 1,25 são resistentes ao déficit hídrico. As variedades MPA-1, CAIANO, UFV 9200, CAIANO-CERRADO, AMARELO e BRS SOL-DA-MANHÃ apresentaram valores de ky intermediários.

A cultivar CAIANO ROXO foi à variedade que apresentou menor produtividade. Isso ocorreu provavelmente devido à restrição de água durante as fases fonológicas do milho, onde foi observado que em certas fases a evapotranspiração máxima ela ultrapassou a evapotranspiração real, observou-se que a precipitação não foi suficiente repor a água do solo, resultando no decréscimo de produtividade.

De acordo com DOORENBOS & KASSAM,(1979), a fase que a cultura do milho requer uma maior quantidade de água é no período de floração, que neste experimento foi a fase em que houve maior déficit hídrico, correspondendo a 86% do déficit hídrico de todo período, resultando em um decréscimo da produtividade de 17% em relação ao potencial apenas para fase de florescimento, ou seja, para cada um m³ de deficiência de água a variedade CAIANO ROXO deixou de produzir 1,27 kg de grão. Diante disso, a estimativa do modelo AquaCrop para a variedade CAIANO-ROXO se aproximaria dos valores observados em campo, caso não tivesse ocorrido esse déficit hídrico, o que nesse período aumentaria, sobremaneira a eficiência de uso da água para essa cultivar, no entanto devido a seu alto coeficiente de resposta ao estresse hídrico essa variedade fica em desvantagem em relação às demais variedades.

CONCLUSÕES: Mediante aos resultados observados conclui-se que as variedades CAIANO-CERRADO e CAIANO foram as que obtiveram as maiores médias de produtividades nas condições agroclimáticas da região de Jataí - GO. Já as variedades CAIANO, EMGOPA e MPA-1 as que tiveram as maiores eficiência de uso de água. Quanto ao coeficiente de resposta, a variedade EMGOPA 501 se destacou como a mais resistente ao déficit hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. **Caracterização e Avaliação de populações de milho crioulo.** Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.
- ASSUNÇÃO, H. F., SCOPEL, I.; SANTOS, W. B. **Caracterização espacial do clima no município de Jataí.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. Anais..., Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. Editado em CD-ROM.
- ASSUNÇÃO, I. C. A., ASSUNÇÃO, H. F., MARTINS, D., ESCOBEDO, J. F. **Análise de Crescimento do amendoim (arachis hypogaea L.)** cv iac tatu st. in: x reunião Argentina de agrometeorologia, 2004, mar del plata. Mar del plata: aada, 2004.
- BOOTE, K.J.; JONES, J.W.; Pickering, n.b. **Potential uses and limitations of crop models.** Agronomy journal, Madison, v.88, p.704-716, 1996.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas** (tradução de Gheyi, H.R.; Sousa, A.A. de.; Damasceno, F.A.V.; Medeiros, J.F.) Campina Grande, UFPB,1979; xxiv, 306 p.: Il, 22 cm (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FORNASIERI, FILHO, DOMINGOS. **Manual da cultura do milho.** Jaboticabal: Funep, 2007, 576 p.
- FRANCIS, C.A; RUTGER, J.N & PALMER, A.F.E. **A Rapid method tor plant área estimation in maize (zea mavs l.).** Crop science, 9:537-539, 1969.
- INMET, disponível em <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>. Acessado em:18/02/2009 .
- JR VIEIRA, P.A. MILHO (ZEA MAYS) IN: CASTRO PAULO R.C.**Ecofisiologia de Cultivares Anuais: trigo,milho,soja,arroz e mandioca.**: São paulo Nobel,p.41 -71, 1999.
- RAES, D. et al. AquaCrop – The FAO crop model to simulate yield response to water. Reference Manual. FAO, Roma, 2009, 232p.