



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Avaliação do modelo Aquacrop FAO para o feijoeiro na região de Rio Largo - AL¹



*Ivomberg Dourado Magalhães²; José Leonaldo de Souza³; José Edmilson Deodato de Brito⁴;
Ricardo Araujo Ferreira Junior⁵; Iêdo Teodoro⁶; Guilherme Bastos Lyra⁷*

¹ Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Meteorologia, 23 a 28 Agos. 2015

² Doutorando em Produção Vegetal. UFAL, Rio Lago – AL, Fone: (83) 9655-4811. ivomberg31@hotmail.com

³ Meteorologista, Professor, Dr. ICAT, UFAL, Rio Lago – AL, leonaldojs@yahoo.com.br

⁴ Eng. Agrônomo, Msc. UFAL, Rio Lago – AL.

⁵ Eng. Agrônomo, Professor, Dr. CECA, UFAL. Rio Lago – AL. Ricardoceca@hotmail.com

⁶ Eng. Agrônomo, Professor, Dr. CECA, UFAL. Rio Lago – AL.

⁷ Eng. Agrônomo, Professor, Dr. CECA, UFAL. Rio Lago – AL.

RESUMO: O modelo de resposta da planta em função da água AquaCrop FAO foi desenvolvido para estimar a produção das culturas em condição limitante de água. Sabendo que a disponibilidade de água é um fator importante na determinação potencial da produção agrícola, objetivou-se com este trabalho avaliar o modelo AquaCrop da FAO para o feijoeiro sob as condições ambientais da região de Rio Largo - AL. O experimento foi conduzido com a cultura do feijão cultivar Pérola na região de Rio Largo, AL, com delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Foram criados arquivos de entradas de clima (variáveis temperaturas máximas, mínimas, precipitação e evapotranspiração de referência), de solo (características dos diferentes horizontes do solo e da camada superficial do solo) e da cultura (estimativa da densidade de plantas, adaptação do índice de colheita, calibração da fertilidade do solo e configurações do programa: parâmetro da cultura). O modelo foi satisfatório para a produção de biomassa. Apesar dos desafios do modelo em simular as fases iniciais da cultura do feijoeiro, o modelo foi capaz de simular a biomassa final e produzir razoavelmente bem. O AquaCrop simulou bem a Evapotranspiração da cultura, comprovando as boas condições de umidade do solo na fase intermediária.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo-AquaCrop, Biomassa, Phaseolus, Evapotranspiração

Model assessment a AquaCrop FAO for the bean in River Region Wide – AL

ABSTRACT: The plant response model depending on the water AquaCrop FAO was developed to estimate the yield of crops in water limiting conditions. Knowing that water availability is an important factor in determining the potential agricultural production aimed to to evaluate, the FAO AquaCrop model for the bean plant under the environmental conditions of Rio Largo region - AL. The experiment was conducted with the bean cultivar Pearl in Rio Largo region, AL, with randomized complete block with four replications. Climate entries files were created (variable maximum, minimum temperatures, rainfall and evapotranspiration), soil (characteristics of different horizons of soil and topsoil) and culture (estimated plant density, content adaptation harvesting, soil fertility calibration and program settings: Culture parameter). The model was suitable for the production of biomass. Despite the model's challenges in simulating the early stages of the bean crop, the model was able to simulate the final biomass and produce reasonably well. The AquaCrop well simulated evapotranspiration culture, proving the good moisture conditions of the soil in the intermediate phase.

KEY WORDS: Model-AquaCrop, Biomass, Phaseolus, Evapotranspiration.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



INTRODUÇÃO

O cultivo do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é um dos mais importantes no mundo, já que seus grãos são integrante fundamental da dieta de muitos países devido seu alto valor nutritivo, sendo considerado como a principal fonte de proteína para as populações de baixo poder aquisitivo, figurando entre as culturas de grande importância econômica e social (Zucareli et al., 2011).

A produtividade brasileira de feijão de sequeiro é baixa (em torno de 335 kg ha⁻¹), devido principalmente ao baixo nível tecnológico empregado no seu cultivo (CONAB, 2014). A perspectiva para a safra 2013/2014, para uma área plantada de 55,40 milhões de hectares, é de um aumento de 4,0 % em relação à área cultivada na safra 2012/13, que totalizou 53,29 milhões de hectares. Um fator que pode ter contribuído para este pequeno aumento na produção do feijoeiro é a condição meteorológica, que condiciona bastante as culturas agrícolas, desde a sementeira, crescimento, desenvolvimento e colheita. Um dos elementos meteorológicos que mais influencia a produtividade agrícola é a precipitação, que quando são irregulares, acarreta decréscimo significativo na produção da cultura.

Com a ameaça de mudanças climáticas e a ausência de ensaios agrônômicos, o uso de modelos de culturas bem calibrados e validados pode ser útil para gerar informações concernentes para a cultura do feijão. Os autores Beletse et al. (2011), Bello et al. (2011) e Mabhaudhi et al. (2014), afirmam que o modelo agrometeorológico AquaCrop é ideal para simulação devido a sua facilidade de calibração e requisitos mínimos de entrada, em comparação com outros modelos. O AquaCrop é do tipo de engenharia, voltado principalmente à simulação da biomassa e a produtividade das plantas cultiváveis em resposta à água disponível (Raes et al., 2009).

Assim, a obtenção de informações por meio de pesquisas tem sido decisiva para dar suporte tecnológico ao desenvolvimento da cultura do feijoeiro, promovendo aumento na produtividade e retornos econômicos competitivos. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o modelo AquaCrop da FAO em estimar os componentes de crescimento: evapotranspiração e biomassa do feijoeiro sob as condições climáticas da região de Rio Largo - AL.

MATERIAIS E MÉTODOS

O AquaCrop é avaliado com dados de um experimento conduzido no período de 16/12/2004 a 22/02/2005, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA), situado no município de Rio Largo, Alagoas (9° 29' 45'' S, 35° 49' 54'' O e 127 m). O clima da região, pela classificação climática de Thornthwaite, é úmido e megatérmico, com deficiência de água moderado no verão e excesso no inverno; a temperatura média anual é de 25,4°C e total de precipitação média anual em torno de 1800 mm (Souza et al., 2005; Ferreira Junior, et al, 2014). O solo local foi classificado como Latossolo Amarelo coeso argiloso, de textura média/argilosa, com declividade inferior a 2%, de acordo com análise do departamento de Física do solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. A cultivar de feijão utilizada foi Pérola desenvolvida pela Embrapa, semeada mecanicamente com o espaçamento de 0,5 m entrelinhas, com 13 a 15 sementes por metro linear, com profundidade de 0,04 m. O estande final foi 200.000 plantas por hectare.

O delineamento estatístico experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os dias após a sementeira (DAS) quando 90 % da emergência ocorreu, foi definidos como o tempo necessário para iniciar a modelagem no AquaCrop (Raes et al., 2009) e semanalmente observou-se massa seca da cultura. As variáveis meteorológicas, temperatura mínima e máxima do ar foi medida por um termohigrômetro (HMP45C, Campbell Scientific, Logan, Utah) instalado a 2,0 m acima da superfície do solo. A precipitação pluvial foi monitorada por um pluviômetro (TB3, Hydrological Services PTY. LTD., Sydney, Austrália) que foi instalado a 1,5 m acima da superfície do solo. A partir das variáveis meteorológicas foi criado o arquivo de clima, que por sua vez serviu

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

como arquivo de entrada para avaliar o modelo AquaCrop. O arquivo de entrada de solo foi ajustado para a região da pesquisa assim como o da cultura.

A biomassa (g m^{-2}) é simulada diariamente com,

$$B = K_{s_b} WP^* \sum \left(\frac{Tr}{ET_o} \right) \quad (1)$$

em que, WP^* é a produtividade de água (g m^{-2}) ajustada para concentração de CO_2 atmosférico, produtos sintetizados e fertilidade do solo, K_{s_b} é um fator de ajuste para temperatura do ar em função dos graus-dia, Tr é a transpiração real da cultura e ET_o é a evapotranspiração de referência. O detalhamento dos cálculos do balanço hídrico com partição de evaporação do solo e transpiração da cultura com também a determinação da produtividade em função da total biomassa do ciclo da cultura e índice de colheita são descritos por Raes et al. (2009). A avaliação da biomassa simulada com a biomassa observada é feita pelo erro percentual (E) obtido pela equação:

$$E = \frac{BS-BO}{BO} * 100 \quad (2)$$

em que, BS é a biomassa simulada pelo o modelo e BO é a biomassa observada. Mostra-se também a evapotranspiração da cultura em quatro fases de desenvolvimento da cultura obtida pelo AquaCrop.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura do ar média foi de 27,44 °C, com extremos médios de 25,03 e 30,46 °C (Figura 1). Essas condições térmicas encontravam-se alta para a cultura do feijão, visto que, para o seu adequado crescimento, a faixa de temperatura do ar considerada ótima situa-se entre 18 a 24 °C tendo como temperatura ideal 21 °C (Vieira et al., 2006). A precipitação pluvial total mais irrigação do período de cultivo foi de 386,8 mm, ou seja, uma média de 4,9 mm d^{-1} , deste total apenas 85,9 mm foi precipitação pluvial, ocorridos em 15 dias (20% do ciclo), ocorrendo em média 5,7 mm d^{-1} de chuva por evento (Figura 1). O episódio máximo de chuva no período foi de 26,2 mm d^{-1} (09/01), e a irrigação máxima ocorreu no dia 21/02, aplicando-se 17 mm. Estas condições hídricas encontravam-se na faixa ideal para a cultura do feijão, visto que, as melhores produtividades são obtidas na faixa de 340 a 370 mm (Vieira et al., 2006).

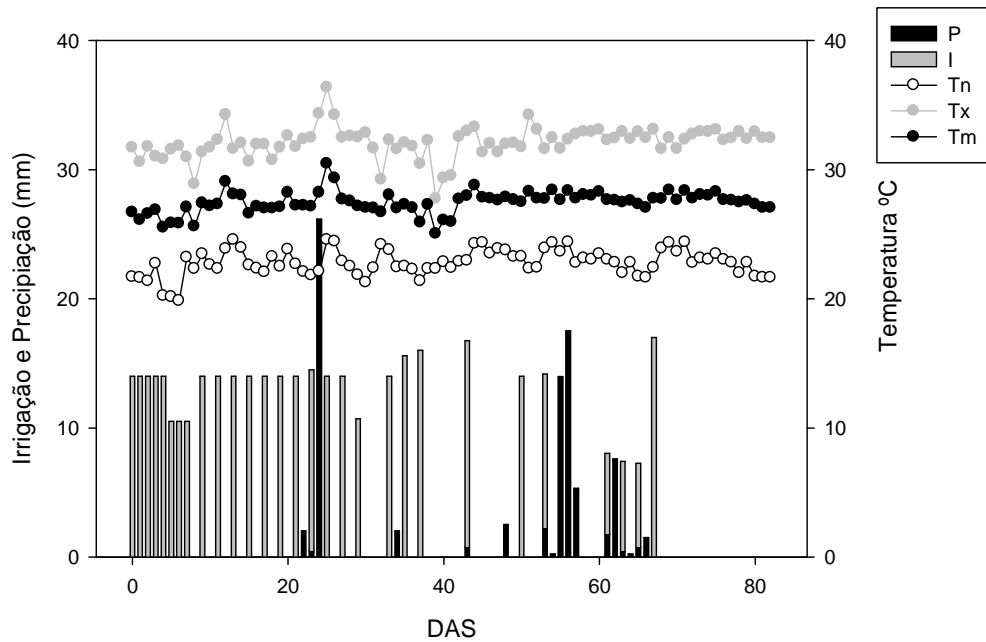


Figura 1. Variação da temperatura do ar máxima (Tx), mínima (Tn) e média (Tm) (°C), da Precipitação (P) e Irrigação (I) (mm d^{-1}), na região de Rio Largo-AL, durante o ciclo da cultura do feijão. DAS = Dias Após a Semeadura.

Para a variável biomassa simulada, o AquaCrop obteve um bom resultado com boa concordância com o experimento (Figura 2). No entanto, o modelo subestimou um pouco a biomassa na fase I e II, devido à incapacidade para modelar apropriadamente eventos durante curtos períodos nas fases iniciais. No modelo, a biomassa é derivada da transpiração da cultura usando o parâmetro da produtividade de água na cultura (WP^*), que é normalizado para a ET_0 e CO_2 (Steduto et al., 2009). A biomassa final alcançada na colheita foi prevista com acurácia de 4.727 t ha^{-1} obtendo uma boa capacidade preditiva (Figura 2), efeitos semelhantes foram encontrados por Xiangxiang et al. (2013) avaliando o modelo AquaCrop para simular o impacto da deficiência hídrica e diferentes regimes de irrigação na biomassa e na produção de trigo de inverno cultivado na China. O modelo apresentou também boa predição com relação ao índice de colheita observado (0,32 ou 32 %) e simulado (0,34 ou 34%), estes percentuais são bem superiores quando comparados ao percentual médio mensal do índice de colheita de feijão comum para a região nordeste feito por Ferreira et al. (2002), de 1990 a 1999, quando alcançou no máximo 0.21 ou 21% nos três meses que foi desenvolvida esta pesquisa (dezembro, janeiro e fevereiro).

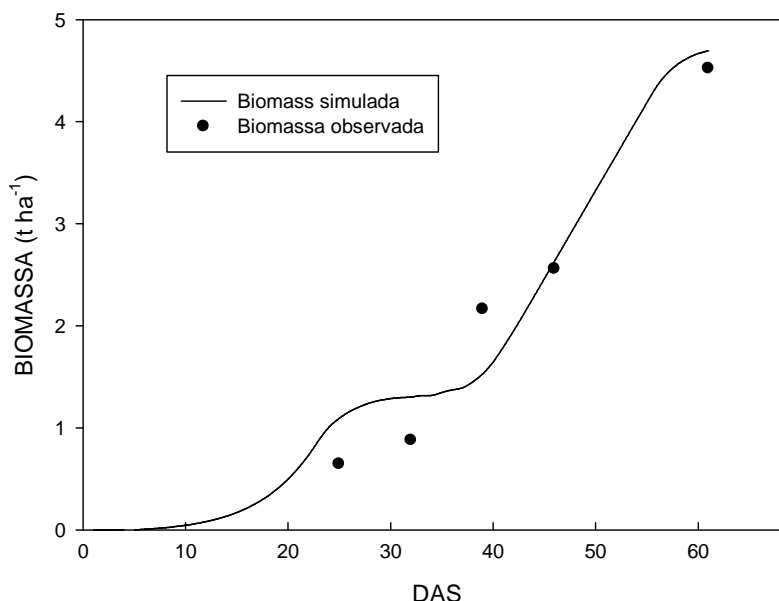


Figura 2. Simulação da Biomassa durante o ciclo da cultura do feijão, pelo o AquaCrop, na região de Rio Largo - AL.

As diferenciações fenológicas para a planta do feijoeiro, bem como, a duração de cada fase do desenvolvimento da cultura são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Período, em dias, para cada fase de desenvolvimento da cultura.

Fase/ Período	Inicial	Desenvolvimento	Intermediaria	Final	Total
Início da fase	16/12/2004	24/01/2004	13/02/2005	21/02/2005	
Período (dias)	14	25	23	8	70

As simulações do Aquacrop obtiveram valores máximos de Evapotranspiração da cultura (ET_c), principalmente, nas fases de desenvolvimento II e III, justamente nos períodos que a cultura necessita de uma demanda maior de água, no florescimento e emissão das vargens. Sabendo-se que a evapotranspiração real (ET_r) é a quantidade de água realmente utilizada pela cultura no campo, a relação ET_r/ET_c comprova as boas condições de umidade do solo na fase III alcançando valores próximos a 1 (um) (Tabela.2).

Tabela 2. Distribuição da Evapotranspiração da cultura (ET_c, mm), Evaporação (E, mm), Transpiração (T, mm) e da Evapotranspiração real (ET_r, mm) nas fases de desenvolvimento da cultura (inicial, desenvolvimento, intermediaria e final), gerada pelo AquaCrop.

Fase	ET _c	E	T	ET _r	ET _r /ET _c
I	82,5	55	3,5	58,2	0,7
II	137,6	26,4	36,3	63	0,5
III	104,2	17,3	73,6	90,8	0,9
IV	32,6	1,1	2,8	3,9	-
Total	356,9	99,8	116,2	215,9	0,6

Apesar dos desafios do modelo em simular as fases iniciais da cultura do feijoeiro, o modelo foi capaz de simular a biomassa final e produzir razoavelmente bem. O AquaCrop simulou bem a Evapotranspiração da cultura, comprovando as boas condições de umidade do solo na fase intermediária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELETSE, Y.G., LAURIE, R., DU PLOOY, C.P., VAN DEN BERG, A., LAURIE, S., 2011. Calibration and validation of AquaCrop model for orange fleshed sweet potatoes. In: Ardakanian, R., Walter, T. (Eds.), Capacity Development for Farm Management Strategies to Improve Crop Water Productivity using AquaCrop: Lessons Learned. UNW-DPC Publication Series, **Knowledge** No. 7, Bonn, Germany.
- BELLO, Z.A., WALKER, S., TFWALA, C.M., 2011. Predicting Pearl millet response to water under South African climatic conditions. In: Ardakanian, R., Walter, T. (Eds.), Capacity Development for Farm Management Strategies to Improve Crop Water Productivity using AquaCrop: Lessons Learned. UNW-DPC Publication Series, **Knowledge** No. 7, Bonn, Germany.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: Acomp. safra bras. grãos, v. 1 – Safra 2013/14, n. 6 – Sexto Levantamento, mar. 2014 <http://www.conab.gov.br>
- FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, J. L.; ESCOBEDO J, F.; TEODORO, I.; LYRA, G. B.; ARAÚJO NETO, R. A. Cana de açúcar com irrigação por gotejamento em dois espaçamentos entrelinhas de plantio. Revista **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p. 798-804, 2014b.
- FERREIRA, C. M.; PELOSO, M, J, D.; FARIA, L, de. C.; Feijão na economia nacional. Documento 135. **Embrapa**, 2002.
- MABHAUDHIA, T.; ALBERT, T. M.; YACOB, G. B. Parameterisation and evaluation of the FAO-AquaCrop model for a South African taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) landrace. **Agricultural and Forest Meteorology** 192–193 (2014) 132–139.
- RAES, D. et al. AquaCrop-The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: II. Main Algorithms and Software Description. **Agronomy Journal**. V. 101, Issue 3. 2009.
- SOUZA, J. L.; NICÁCIO, R. M.; MOURA, M. A. L.. Global solar radiation measurements in Maceió, Brasil. **Renewable Energy**, v.30, n.8, p. 1203-1220, 2005.
- STEDUTO, P., T.C. HSIAO, D. RAES, and E. FERERES. 2009. AquaCrop—The FAO crop model to simulate yield response to water: I Concepts. **Ag. Journal** (in press).
- VIEIRA, C; PAULA JÚNIOR, T. J. ; BORÉM, A.; **Feijão**. 2a Edição. Editora UFV. Viçosa, MG. 2006.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

XIANGXIANG, W.; , QUANJIUA, W.; JUNA, F.; QIUPINGA.; Evaluation of the AquaCrop model for simulating the impact of water deficits and different irrigation regimes on the biomass and yield of winter wheat grown on China's Loess Plateau. **Agricultural Water Management** 129 (2013) 95– 104.

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão carioca precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.