

Uso do modelo AquaCrop para estimar o efeito das chuvas sobre o desempenho produtivo do Amendoim no Sudoeste de Goiás

ANALI MARTIM¹, HILDEU F. DA ASSUNÇÃO², TATIANE M. LIMA³, GERALDO C. FILHO⁴

¹ Acadêmica do curso de Agronomia (bolsista PIBIC/CNPq), Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás (CAJ/UFG), Jataí - GO, anali_martim@hotmail.com; ² Prof. Dr. do Campus Jataí/UFG (Orientador), hildeu@jatai.ufg.br; ³ Mestranda em Produção Vegetal, CAJ/UFG; ⁴ Acadêmico do curso de Agronomia (bolsista PIBIC/CNPq/CAJ/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: Este trabalho teve como objetivo estimar o efeito das chuvas locais no desempenho produtivo de 4 variedades de amendoim, utilizando o modelo AquaCrop. No período entre a emergência e a maturação, foram amostrados semanalmente os parâmetros morfofisiológicos de crescimento e desenvolvimento da cultura, que serviram como variáveis e entrada do modelo. Após as simulações, os parâmetros gerados pelo modelo foram utilizados para estimar os fatores de resposta das cultivares de amendoim às condições climáticas locais. Para isso foram calculados a eficiência do uso da água e o coeficiente de resposta para cada cultivar. Os resultados mostraram que, embora não tenha havido diferenças significativas entre os rendimentos obtidas experimentalmente, as cultivares BRS-151 L7, BR-1 e 184 AM tiveram uma maior eficiência no uso da água, sendo que as cultivares BRS-151L7 e BR-1 apresentaram as menores reduções relativas frente à deficiência hídrica relativa.

PALAVRA-CHAVE: coeficiente de resposta, eficiência de uso da água, rendimento máximo

ABSTRACT: This work had as objective esteems the effect of the local rains in the productive acting of 4 peanut varieties, using the model AquaCrop. In the period between the emergency and the maturation, they were sampled weekly the parameters growth morphophysiolbological and development of the culture, that served as variables and entrance of the model. After the simulations, the parameters generated by the model were used to esteem the answer factors of the cultivate from peanut to the local climatic conditions. For that the efficiency of the use of the water and the answer coefficient were calculated each to cultivate. The results showed that, although it has not had significant differences among the incomes obtained experimentally, you cultivate them BRS-151 L7, BR-1 and 184 AM had a larger efficiency in the use of the water, and cultivate them BRS-151L7 and BR-1 showed smallest reductions relative front to the hydricl deficiency relative.

KEYWORDS: water use efficiency, yield response factor, maximum yield

INTRODUÇÃO: Os modelos de simulações do rendimento agrícola são ferramentas que possibilitam antever as respostas de uma determinada cultura submetida às condições desejadas pelo pesquisador, antes mesmo de se concluir um ensaio. Mediante a complexidade de uma cultura em responder ao déficit hídrico induzido, faz-se necessário o uso de funções empíricas que simulam o rendimento, como forma de avaliar a produção da planta em resposta ao uso da água. Dentre os vários modelos usados para este tipo de pesquisa, o

aplicativo AquaCrop (RAES et al., 2009), desenvolvido pela FAO, permite estimar com precisão o efeito da água no rendimento de várias culturas, dentre estas, incluem as hortaliças, os cereais e as oleaginosas.

O amendoim (*Arachis hypogaeae* L.) é uma oleaginosa de grande importância no mercado mundial de grãos. Considerada uma importante leguminosa, junto com o feijão e a soja, não só como alimento protéico e energético, mas também como um dos principais produtores de óleo, com amplas possibilidades de aproveitamento na indústria, inclusive como substituto do óleo diesel. No Brasil, os principais produtores de amendoim são os Estados de São Paulo e Paraná, cuja produção vem crescendo nos últimos anos, participando com uma grande parcela no abastecimento do mercado interno. Porém, no estado de Goiás, é notável a falta de investimentos nesta cultura. Isto se deve à falta de incentivo à pesquisa com o amendoim, bem como à falta de um mercado consumidor para esta cultura na região.

Com o intuito de testar a viabilidade de cultivo do amendoim no Sudoeste de Goiás, destinado à agricultura familiar, o presente trabalho tem como objetivo fazer uso do modelo AquaCrop (RAES et al., 2009) para estimar o efeito das chuvas no desempenho produtivo de 4 variedade de amendoim, 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 no campo experimental do Campus Jataí, Unidade Jatobá (17°52' S; 51°48' W; 676 m), da Universidade Federal de Goiás. 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). A temperatura média anual é de 22,2°C, com amplitude térmica anual de 6,2 °C. As precipitações pluviométricas, nesta região, possuem média anual de 1600 mm, onde 90% das chuvas ocorrem de outubro a abril. O solo da área experimental foi preparado, com uma grade leve e corrigido com 1140 kg de cal agrícola/ha, estabelecida com base nos resultados da análise química.

As sementes para o ensaio experimental do amendoim foram fornecidas pela EMBRAPA/CNPA (Centro de Pesquisa do Algodão, em Campina Grande-PB). As linhagens utilizadas foram: BR-1(1), BRS_Havana (2), BRS_151L7 (3), 184_AM (4). As sementes foram tratadas com 2,0 ml Cropstar /100 g de sementes, e posteriormente inoculadas com Rizóbio, na dose de 1,5ml/kg de semente.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por fileiras duplas com 5 m de comprimento, espaçadas de 20 cm dentro e 70 cm entre duplas, com uma densidade de 15 plantas por metro linear, totalizando um estande inicial de 333.333 plantas/ha. Cada parcela útil foi intercalada por bordaduras, também em fileiras duplas.

A semeadura foi efetivada em 15 de novembro de 2008, aplicando 194 kg/ha de superfosfato triplo de amônio e 77 kg/ha de cloreto de potássio, a uma profundidade de 7 cm.

Durante a condução do ensaio foram amostrados parâmetros morfofisiológicos das linhagens como: desenvolvimento do dossel, representado pelo índice de cobertura foliar, data de início e fim do florescimento, data da formação da colheita e da maturação fisiológica.

O índice de cobertura foliar foi obtido semanalmente para cada parcela, com o uso de fotografias verticais e posterior varredura digital, usando o programa BitArea. A colheita foi estabelecida aos 96 dias após o plantio, consistiu na remoção manual das plantas, seguida da secagem em terreiro, e posterior separação manual das vagens, determinação de umidade e pesagem.

O modelo AquaCrop 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 foliar, índice de colheita e temperatura de estresse da cultura; 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 cultivar 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 e KASSAM (1979) e ALLEN et al. (1998):

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

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

Onde *Ya* é o rendimento (kg ha^{-1}) obtido experimentalmente nas condições locais de clima e solo; *TR* é a transpiração (m^3) acumulada durante o ciclo da cultura; *Ym* 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 *ETm* é a evapotranspiração máxima (mm) da cultura acumulada durante o ciclo.

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

A avaliação do efeito das chuvas sobre o desempenho produtivo em cultivares de amendoim foi estabelecida mediante à análise de variância entre os rendimentos, as eficiências de uso da água e os coeficientes de resposta, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os resultados estimados pelo modelo de simulação AquaCrop e os obtidos em ensaio de campo. Segundo o modelo, o ciclo das cultivares variou de 92 a 103 dia após o plantio, porém nas condições de campo a maturidade fisiológica ocorreu aos 96 dias. Ainda conforme o modelo, a *ETm* variou de 453,6 mm (BRS-151L7) a 456,9 mm (BR-1), sendo que o rendimento máximo esperado, do amendoim em casca, para a cultivar 184 AM foi de $3669 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, seguida pela BRS_HAVANA, com $3530 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. DOORENBOS e KASSAM (1979) citam valores na ordem de 2 a $3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de amendoim em casca, em condições de sequeiro, sob alto nível de manejo. Em condições irrigadas os rendimentos podem ser de $3,5$ a $4,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de amendoim em casca. ASSUNÇÃO et al. (2008), obteve com a variedade IAC-TATU, em regime irrigado, uma produtividade equivalente a $4,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, em casca, e $3,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, em grãos. Segundo TASSO JÚNIOR et al. (2001), a produtividade média da cultura, no Estado de São Paulo, varia entre regiões e estações de cultivo. Por exemplo, o amendoim cultivado na região oeste do Estado apresenta produtividade média ao redor de $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, nos cultivos de verão e de outono; já nos solos férteis de sua região norte, a média de produtividade, no cultivo de verão, é de $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de amendoim em casca.

Em termos potenciais, o modelo previu eficiências de uso da água, na condição de sequeiro, variando de 1,28 para a BR-1, a 1,59 para a 184AM. No entanto, DOORENBOS e KASSAM (1979) citam valores, variando na ordem de 0,6 a $0,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, em condição irrigada.

Tabela 1. Dados referente à produtividade e eficiência do uso da água para a cultura do amendoim, obtidos através do modelo AquaCrop e pelo ensaio de campo.

CV	ESTIMADO PELO MODELO AQUACROP						OBSERVADO A CAMPO			
	DAP (dias)	Ym (kg/ha)	Ey (kg/m ³)	TR (mm)	ETm (mm)	ET (mm)	Ya (kg/ha)	EUA (kg/m ³)	ky	P (mm)
BRS151L7	92	2959	1,49	199,1	453,6	377,6	1753a	0,88 a	2,43a	546,4
184 AM	103	3669	1,59	230,3	478,4	403,2	1838a	0,8 ab	3,18a	578,8
BR-1	100	2874	1,28	224,0	456,9	390,7	1785a	0,8 ab	2,61ab	578,2
BRSHavana	103	3530	1,36	259,5	491,2	419,0	1582a	0,61 b	3,76b	627,4

Médias seguidas por pelo menos uma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.
 *ET – Evapotranspiração real; ETm – Evapotranspiração máxima; EUA – Eficiência do uso da água (CV:12,55%); ky – coeficiente de resposta da cultura (CV:12,98%); P – precipitação; Ya - Produtividade observada (CV:11,65%), Ym - Produtividade esperada;TR - Transpiração; DAP- Dias após o plantio; Ey – Eficiência do uso da água estimado.

Pela Tabela 1, nota-se que os rendimentos obtidos a campo, com as variedades de amendoim avaliadas, nas condições climáticas de Jataí, não diferiram estatisticamente entre si. Porém, na literatura são citados rendimentos, na ordem de 3577 kg.ha⁻¹ para a BRS151L7 e 3448 kg.ha⁻¹ para a 184 AM (SMIDERLE & SUASSUNA, 2007); 1700 kg.ha⁻¹ para a BR-1 (SILVA et al., 2004). Para o BRS_Havana, SANTOS et al. (1996, 1999), encontram valores de produtividade media em torno de 1900 kg.ha⁻¹, cultivo de sequeiro, e 4901 kg.ha⁻¹, no sistema de irrigação.

Para a cultivar Havana o rendimento máximo em cultivo de sequeiro estimado pelo modelo é de 3530 kg.ha⁻¹, em sistemas irrigados no qual não há restrição hídrica, essa cultivar expressa todo seu potencial produtivo atingindo cerca de 4900 kg.ha⁻¹, neste caso para atingir esse potencial seria necessário uma precipitação regular de 800mm ao longo do ciclo.

Avaliando a eficiência do uso da água, observa-se que houve diferença significativa entre as eficiências de uso da água para as cultivares avaliadas: destacando-se a cultivar BRS Havana como tendo a menor eficiência no uso da água das chuvas, equivalente a 0,61kg.m⁻³. Enquanto as cultivares BRS-151 L7, BR-1 e 184 AM apresentaram eficiência do uso da água de 0,88, 0,8 e 0,8kg/m³ respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Esse índice mostra que essas cultivares apresenta melhores respostas em sistemas de irrigação quando comparadas a cultivar BRS_HAVANA.

A análise dos coeficientes de resposta para as cultivares avaliadas mostrou que há diferença significativa entre as cultivares. Sendo que a cultivar BRS_151 L7 e BR-1 sofreram menor perda relativa com a deficiência de água, equivalente a 2,43 e 2,61 respectivamente, seguida por 184AM e BRS_HAVANA de forma que nesta última houve maior perda devido ao estresse hídrico, reforçando a análise anterior.

Logo as variedades BRS-151 L7, BR-1 e 184 AM, seriam mais indicadas para os agricultores familiares, pois esses agricultores geralmente não dispõem de sistema de irrigação para o cultivo de suas lavouras, sendo de grande importância o uso de cultivares que resistam mais às intempéries climáticas, como a falta de chuvas que resulta em déficit hídrico com conseqüente perda de produtividade.

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com os estudos de NOGUEIRA e SANTOS (2000), sendo a cultivar BR-1 a que tem se mostrado bastante resistente ao estresse hídrico, suportando veranicos de até 35 dias. E a cultivar BRS 151 L7 possui maior tolerância ao estresse hídrico. A cultivar BRS Havana apresentou menor tolerância ao estresse hídrico, segundo FARIAS et al. (1996), é uma cultivar que exige melhor manejo e, por conseguinte exige ambiente com maior disponibilidade hídrica para melhor expressar seus componentes de produção.

CONCLUSÃO: A partir dos resultados, conclui-se que as 4 cultivares de amendoim não diferem entre si quanto ao rendimento observado, porém as cultivares BRS_151L7, BR-1 e 184AM apresentam maior eficiência do uso da água, sendo que as cultivares BRS_151L7 e BR-1 apresentam uma menor redução no rendimento relativo frente à deficiência hídrica relativa.

AGRADECIMENTOS: Os autores deste artigo agradecem aos órgãos: PIBIC/CNPq/UFG, CNPA/EMBRAPA, FUNAPE, pelo incentivo e apoio a esta pesquisa durante a graduação, pelo fornecimento das sementes para realizar o experimento, e pelo auxílio financeiro para participação de congresso.

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Irrigation and Drainage Paper n. 56. FAO, Rome, Italy, 1998, 300p.
- ASSUNÇÃO, H. F.; ESCOBEDO, J. F.; CANEIRO, M.A.C. Eficiência de uso da radiação e propriedades óticas da cultura do amendoim. Goiânia: **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 215-222, 2008.
- 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).
- FARIAS, F.J.C.; SANTOS, R.C. dos; MOREIRA, J. de A. N. **Estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim**. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v. n. p. 1996.
- IBGE - **Censo Agropecuário**. Amendoim. Disponível em: (<http://www.sidra.ibge.gov.br>) acesso em julho de 2009.
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; SANTOS, R.C. dos. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.41-45, 2000.
- RAES, D. et al. AquaCrop – **The FAO crop model to simulate yield response to water**. Reference Manual. FAO, Roma, 2009, 232p.
- TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A. **A Cultura do Amendoim**. Jaboticabal SP, 2004, 13- 38p.
- INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>, acessado em 18/02/2009.
- SANTOS, R.C. dos; BEZERRA, J.R.C.; RÊGO, G.M.; MELO FILHO, P. de A.; CAMPÊLO, M.T.B.; SOUSA, A.A. de; BARROS JÚNIOR, G. **Avaliação de linhagens avançadas de amendoim sob condições irrigadas**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1996a. 7p. (Embrapa-CNPA. Pesquisa em andamento, 35).
- SANTOS, R.C. dos; FARIAS, F.J.C.; RÊGO, G.M.; SILVA, A.P.G.; FERREIRA FILHO, J.R.; VASCONCELOS, O.L.; COUTINHO, J.L.B. Estabilidade fenotípica de cultivares de amendoim avaliadas na região Nordeste do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.808-812, 1999.
- SMIDERLE, O. J.; SUASSUNA, T. F. **BRS 151 L-7: Cultivar de amendoim para as condições do cerrado de Roraima**. Campina Grande: Embrapa-CNPA. 4º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. p. 507-515, 2007.
- SILVA, J.F.A.F; RODRIGUES, J.E.L.F; TEIXEIRA, R.N.G; Amendoim BR-1 **Cultivo intercalar no Marajó**. Comunicado técnico nº127, Belém do Pará, dezembro de 2004.