

CONSUMO HÍDRICO DA CULTURA DO GIRASSOL SOB CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO

JEANINE F. ACOSTA¹, PEDRO V. DE AZEVEDO², JOSÉ R.C. BEZERRA³

¹ Meteorologista, doutoranda Depto. Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba – SP, Fone: (0xx19) 3429 4283, jeanine.acosta@usp.br

² Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UACA/CTRN/UFCG, Campina Grande – PB

³ Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande – PB

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

RESUMO: Dados de experimento de campo, conduzido na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, em Apodi – RN (Latitude: 5°39'51'', Longitude: 37°47'56''W e Altitude: 150m), foram usados na determinação do consumo hídrico da cultura do girassol irrigada nas condições climáticas da região da Chapada do Apodi – RN. Os métodos de Penman-Monteith, balanço de energia e relação ET_c/ET_o foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência e da cultura e o coeficiente de cultivo, respectivamente. O experimento foi realizado numa área de 1,01 ha, com 40.000 plantas/ha. Os resultados permitem concluir que: 1) O ciclo do girassol, cultivar Catissol I, cultivado na região da Chapada do Apodi-RN é de 91 dias, distribuídos em 16, 25, 25 e 25 dias nas fases inicial, desenvolvimento vegetativo, floração e maturação fisiológica, respectivamente. 2) O consumo hídrico da cultura é maior na fase de desenvolvimento vegetativo (169 mm), enquanto que para o ciclo total alcançou 554,1 mm. 3) O coeficiente de cultivo (K_c) oscila entre 0,39 na fase inicial e 1,05 na fase de desenvolvimento vegetativo, decrescendo em seguida para alcançar 0,77 na fase de maturação fisiológica.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração de referência e da cultura, coeficiente de cultivo, balanço de energia.

WATER REQUIREMENTS OF SUNFLOWER CROP UNDER IRRIGATION CONDITIONS

ABSTRACT: Data of field experiment conducted in the Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, at Apodi – RN (Latitude: 5°39'51'', Longitude: 37°47'56''W e Altitude: 150m) were used for determining water use of the sunflower crop grown in the climatic conditions of the Apodi-Rn region. For that, the Penman-Monteith, energy balance and the rate of ET_c/ET_o to were used to estimates reference and crop evapotranspiration and crop coefficient, respectively. The experiment was conducted in an area of 1,01 ha with 40.000 plants per hectare. The results allow to conclude that: 1) The growing cycle of the sunflower, cultivar Catissol I, grown in the Apodi-RN region is completed in 91 days, being 16, 25, 25 and 25 days for the initial, vegetative development, flowering and physiological maturation, respectively. 2) The crop water requirements is higher in the vegetative development phase (169 mm) while for the whole cycle it reaches 554,1 mm. 3) The crop coefficient ranges from 0,39 in the initial to 1,05 in the vegetative development phase, following of a decreasing to reach 0,77 in the physiological maturation phase.

KEY-WORDS: reference and crop evapotranspiration, crop coefficient, energy balance.

INTRODUÇÃO: O girassol é uma das espécies oleaginosas cultivadas no Brasil com características agronômicas mais importantes, visto apresentar maior resistência à seca, ao frio e ao calor (EVANGELISTA et al., 2001). Por possuir um ciclo vegetativo relativamente curto, elevada adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e não ter seu rendimento afetado por parâmetros como latitude, longitude e foto-período, seu cultivo torna-

se uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos (CASTRO et al., 1993).

De acordo com vários estudos científicos, o óleo de girassol possui uma ótima qualidade nutricional e organoléptica (aroma e sabor), sendo essencial na prevenção de diferentes doenças cardiovasculares e no controle do nível de colesterol no sangue, podendo ser utilizado também como biodiesel.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO (2002), as necessidades hídricas da cultura do girassol não estão bem definidas, havendo informações desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Usualmente, tem-se admitido uma faixa entre 500 mm e 700 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, que tem resultado em rendimentos próximos ao máximo. Com base na evapotranspiração de referência e no coeficiente da cultura, pode-se determinar a quantidade de água a ser aplicada nos cultivos. Assim, o presente trabalho objetivou a determinação da evapotranspiração e coeficiente de cultivo da cultura do girassol irrigada nas condições climáticas da região da Chapada do Apodi, no Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento de campo foi realizado na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, localizada no município de Apodi - RN, com coordenadas geográficas de 5°39'51''S de latitude, 37° 47'56''W de longitude e altitude de 150 m. A região da Chapada do Apodi é caracterizada por um clima muito quente e semi-árido, segundo a classificação climática de Köpper.

A cultura utilizada foi o girassol, cultivar Catissol I, caracterizada por apresentar um ciclo precoce, 100 – 110 dias quando sua finalidade for a produção de grãos e 80 – 90 dias quando for utilizada para silagem. Com uma altura média de 1,70 m, em condições de sequeiro possui um potencial de produção de grãos equivalente a 1500 kg/ha e um teor médio de óleo de 40%. A evapotranspiração da cultura foi estimada pelo método da razão de Bowen, a partir da equação simplificada do balanço de energia (Rosenberg et al., 1983):

$$Rn + LE + H + G = 0 \quad (1)$$

onde: Rn é o saldo de radiação, LE é o fluxo de calor latente e H e G são os fluxos de calor sensível para o ar e para o solo, respectivamente, todos em $W.m^{-2}$. Os fluxos que chegam à camada vegetativa são positivos enquanto os que saem são negativos. A razão de Bowen para condições de neutralidade atmosférica ($Kh \cong Kw$), foi estimada por (Rosenberg et al., 1983):

$$\beta = \frac{H}{LE} = \frac{P_0 C_p}{L \varepsilon} \left(\frac{Kh}{Kw} \right) \frac{\partial T / \partial Z}{\partial e / \partial z} = \gamma \left(\frac{Kh}{Kw} \right) \frac{\Delta T}{\Delta e} \quad (2)$$

onde: k_h e k_w são os coeficientes de difusão turbulenta de calor sensível e vapor d'água, respectivamente ($m^2.s^{-1}$); L é o calor latente de evaporação da água ($MJ.kg^{-1}$); c_p é o calor específico do ar seco à pressão constante ($MJ.Kg^{-1}.^{\circ}C^{-1}$); P_0 é a pressão atmosférica média local (kPa); ε é a razão entre as massas moleculares da água e do ar seco (0,622); $\Delta T = t_2 - t_1$ e $\Delta e = e_2 - e_1$ são as diferenças de temperatura do ar e da pressão parcial do vapor d'água atmosférico, medidas em dois níveis acima da superfície vegetada $\Delta z = z_2 - z_1$ e γ é o fator psicrométrico ($kPa.^{\circ}C^{-1}$). O fluxo de calor latente foi obtido pela expressão:

$$LE = - \left(\frac{Rn + G}{1 + \beta} \right) \quad (3)$$

Para a obtenção da evapotranspiração da cultura (ET_c), $mm.dia^{-1}$, dividiu-se LE pelo calor latente de vaporização (L), integrando-se para o período diurno em que $Rn - G > 0$.

Numa torre micrometeorológica foram instalados: dois piranômetros para medição da radiação solar global (R_s) e refletida pela cultura (R_r); um saldo radiômetro para medição do

saldo de radiação (R_n); dois psicrômetros com termopares de cobre e “constantan”, instalados em dois níveis, mantidos a 0,30 e 1,50 m acima da copa da cultura, variando ao longo do ciclo da cultura em função do desenvolvimento da cultura, com a finalidade de medir as temperaturas do ar em bulbo seco e úmido; dois anemômetros para medir a velocidade do vento, em dois níveis à mesma altura dos medidores de temperatura; ademais foram instalados dois fluxímetros a 0,02m de profundidade, para medir o fluxo de calor no solo, sendo um entre duas fileiras e outro dentro da fileira de plantas. Esses sensores foram conectados a um sistema automático de aquisição de dados (Datalogger 21X, da Campbell Science) para coleta e armazenamento dos sinais emitidos pelos sensores, a cada 5 segundos e extrair e armazenar as médias em intervalos de 20 minutos.

A evapotranspiração de referência (ET_o), foi obtida com base no modelo da FAO-Penman-Monteith descritas por ALLEN et al. (1998).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (4)$$

em que: ET_o é a evapotranspiração de referência (mm.d^{-1}); R_n é o saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$); G é o fluxo de calor no solo ($\text{Mjm}^{-2}.\text{d}^{-1}$); T é a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); u_2 é a velocidade média diária do vento a 2m acima da superfície (m.s^{-1}); $(e_s - e_a)$ é o déficit de pressão do vapor d'água ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); Δ é a declinação da curva de saturação do vapor d'água ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); γ é a constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

O coeficiente de cultivo (K_c) foi obtido pela relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c), estimada pelo balanço de energia/razão de Bowen e a evapotranspiração de referência (ET_o), determinada pelo método FAO-Penman-Monteith, ou seja:

$$K_c = ET_c / ET_o \quad (5)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A cultura do girassol apresentou um ciclo de 91 dias, distribuídos nas diferentes fases fenológicas conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Duração das fases fenológicas do ciclo do girassol, cultivar Catissol I, cultivado na região da Chapada do Apodi-RN

Fase	Estádio	Período	Nº dias
I	Germinação	5 set. a 20 set. 2008	16
II	Desenvolvimento vegetativo	21 set. a 15 out. 2008	25
III	floração	16 out. a 9 nov. 2008	25
IV	Maturação fisiológica	10 nov. a 4 dez. 2008	25
Total			91

A Tabela 2 mostra as alturas das plantas no início de cada fase do ciclo e na data de conclusão da plena maturação fisiológica. Foi observado que a cultura do girassol atingiu uma altura de 1,73 m, sendo que a maior variação no crescimento ocorreu na Fase II (desenvolvimento vegetativo), equivalente a 0,93 m enquanto que a Fase IV (maturação fisiológica) apresentou uma menor variação da altura das plantas (0,04 m). Durante a Fase I foi observada uma variação da altura do girassol correspondente a 0,31 m e na Fase III de 0,44 m.

Tabela 2 - Altura da cultura do girassol no início de cada fase fenológica e na data de conclusão da plena maturação fisiológica do girassol, na região da Chapada do Apodi-RN

Data	Fase	Altura das plantas (m)
5 set. 2008	I	0,01

21 set. 2008	II	0,32
16 out. 2008	III	1,30
10 nov. 2008	IV	1,69
4 dez. 2008	IV	1,73

Evapotranspiração da cultura: A evapotranspiração da cultura (ET_c) apresentou um aumento gradativo em seus valores até a cultura do girassol concluir sua fase de desenvolvimento vegetativo (Fase II), a partir de onde decresceram. A evapotranspiração média diária e acumulada durante as fases fenológicas é apresentada na Tabela 3. Os maiores valores de ET_c foram observados nas fases II e III, com valores de 6,8 e 6,7 mm.dia⁻¹, respectivamente. O consumo hídrico total do ciclo da cultura do girassol (554,1 mm) foi superior aos encontrados por MATZENAUER et al. (2007) para a região de Passo Fundo – RS (valores entre 258 e 508 mm) e por SILVA et al. (2007) no município de Lavras – MG ($ET_c = 428,7$ mm) e inferior àqueles citados por DOOREMBOS e KASSAM (1979), entre 600 e 1000 mm; CATRONGA et al. (2006), 850 mm e TYAGI et al. (2000), 664,2 mm.

Tabela 3 - Valores médios de ET_c diária e total para cada fase do ciclo do girassol cultivar Catissol I, cultivado na região da Chapada do Apodi-RN

Fase	Estádio	ET_c diária (mm.dia ⁻¹)	ET_c total (mm)
I	Inicial	4,3	69,4
II	Desenvolvimento vegetativo	6,8	169,0
III	Floração	6,7	167,5
IV	Maturação fisiológica	5,9	148,2
Média/Total		5,9	554,1

Coefficiente de Cultura: Os valores do coeficiente de cultivo (K_c) oscilaram entre 0,39 (Fase I) e 1,05 (Fase II), apresentando valores médios iguais a 0,61; 0,87; 0,83 e 0,77 nas Fases I, II, III e IV, respectivamente (Tabela 4). Os resultados de K_c constatados nesse trabalho foram superiores aos valores sugeridos pela FAO (2002), exceto na Fase IV, em que os resultados obtidos ficaram dentro da faixa de valores propostos.

Tabela 4 - Valores médios de K_c para cada fase fenológica da cultura do girassol cultivar Catissol I, cultivado na região da Chapada do Apodi-RN.

Fase	Período	Nº dias	K_c
I	5/9 a 20/9/2008	16	0,61
II	21/9 a 15/10/2008	25	0,87
III	16/10 a 9/11/2008	25	0,83
IV	10/11 a 4/12/2008	25	0,77

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos permitem concluir que: 1) O ciclo do girassol, cultivar Catissol I, cultivado na região da Chapada do Apodi-RN é de 91 dias, distribuídos em 16, 25, 25 e 25 dias nas fases inicial, de desenvolvimento vegetativo, floração e maturação fisiológica, respectivamente; 2) O consumo hídrico da cultura é maior na Fase II do ciclo, equivalente a 169 mm, enquanto que para o ciclo total alcançou 554,1 mm. 3) O coeficiente de cultivo (K_c) oscila entre 0,39 (Fase I) e 1,05 (Fase II), decrescendo em seguida para alcançar 0,77 na Fase IV. A eficiência do sistema de irrigação (75%) evidenciou que a lâmina de água aplicada (626,4 mm) excedeu o consumo hídrico da cultura em (113%), o que acarretou uma produtividade de grãos de 2.260 kg.ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa/Algodão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. **A cultura do girassol: tecnologia de produção.** Documentos, EMBRAPA-CNPSO, n.67, 1993, 16 p.

CATRONGA, H.; BOTETA, L.; GUERREIRO, C.; OLIVEIRA, I. **Estratégias de Rega para a Cultura do Girassol.** Centro Operativo e de Tecnologia do Regadio, Quinta da Saúde, 7801-901, Beja.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos.** Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO. Irrigation e Drainage, 33).

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. DE. **Utilização de silagem de girassol na alimentação animal.** In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001, Maringá, Anais. Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. 319p.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. **Crop Water Management. Sunflower.** Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/sunflower.stm>. Acesso em: Abril 2008.

MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; CARPENEDO, C.B. **Disponibilidade hídrica para a cultura do girassol na Região de Passo Fundo, Rio Grande do Sul.** Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE.

ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L. VERMA, S.B. **Microclimate: the biological environment.** Lincoln: Editora, 1983. 495p.

SILVA, M.L.O.; FARIA, M.A.; MORAIS, A.R.; ANDRADE, G.P.; LIMA, E.M.C. **Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.5, p.482 – 488, 2007.

TYAGI, N.K.; SHARMA, D.K.; LUTHRA, S.K. **Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with lysimeter.** Agricultural Water Management, v.45, p. 41-54, 2000.