

## Componentes do balanço hídrico e coeficiente de cultura para o amendoim no Norte Fluminense<sup>(1)</sup>.

**Priscila Gurgel do Nascimento Lopes<sup>(2)</sup>; Cláudio Roberto Marciano<sup>(3)</sup>; Lidiane de Lima Lousada<sup>(4)</sup>; Bárbara do Santos Esteves<sup>(4)</sup>; David Pessanha Siqueira<sup>(2)</sup>; Elias Fernandes de Sousa<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FAPERJ (Proc. E-26/111.291/2010).

<sup>(2)</sup> Estudante de agronomia; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF); Campos dos Goytacazes, RJ; E-mail: priscila\_gurgellopes@hotmail.com; Bolsista PIBIC/CNPq; <sup>(3)</sup> Professor associado; Laboratório de Solos - UENF/CCTA; <sup>(4)</sup> Estudante de Pós-Graduação em Produção Vegetal - <sup>(5)</sup> UENF/CCTA; Professor titular; Laboratório de Engenharia Agrícola - UENF/CCTA.

**RESUMO:** A Região Norte Fluminense vem experimentando acentuado declínio do setor agropecuário, a despeito das ações que têm sido implementadas para recuperar o setor canavieiro e diversificar a agricultura regional, com incentivos à fruticultura e ao cultivo de oleaginosas voltadas à produção de biodiesel. O objetivo do presente trabalho foi monitorar os componentes do balanço hídrico e determinar o coeficiente de cultura (Kc) para o amendoim em Campos dos Goytacazes, RJ. Como justificativa, o sucesso da implantação de uma cultura passa pela aquisição de conhecimentos técnicos pertinentes, como, por exemplo, sobre a demanda hídrica da cultura. Assim, em um Cambissolo Háplico foram monitorados a precipitação pluvial, a irrigação, a armazenagem de água, a drenagem profunda e a ascensão capilar, obtendo-se por diferença a ETc (evapotranspiração da cultura). O Kc foi estimado pela quociente entre a ETC e a ETo (evapotranspiração de referência). A ETo foi obtida a partir de dados climatológicos pelo método de Hargreaves & Samani (1985). O relevo plano com pequenas depressões da Baixada Campista impôs grande variabilidade aos componentes do balanço hídrico. Para os 53 dias de avaliação (final da floração até completa maturação das vagens do amendoim), a ETc foi 5,2 mm dia<sup>-1</sup> para o Norte Fluminense, e o Kc foi 1,14.

**Termos de indexação:** Evapotranspiração, *Arachis hypogaea* L., Agricultura irrigada.

### INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.), originário da América do Sul, é uma das principais oleaginosas cultivadas no mundo. Sua importância econômica está relacionada ao fato de suas sementes poderem ser processadas e utilizadas diretamente na alimentação humana, nas indústrias de conservas (enlatado), confeitarias, oleoquímica e para produção de biodiesel (Graciano, 2009).

A partir da década de 1990, o setor canavieiro da Região Norte Fluminense vem experimentando

acentuado declínio, o que pode ser constatado pela redução da área de plantio, pela persistência de baixos níveis de produtividade e pelo sucateamento do parque industrial sucro-alcooleiro. Isso tem ocorrido a despeito de, nas demais regiões do país, a cana-de-açúcar ter retomado vigoroso aumento de área plantada e de produtividade.

Ações governamentais têm sido implementadas tanto para a recuperação do setor canavieiro quanto para diversificar a agricultura regional. No entanto, o sucesso desses esforços depende da ampliação dos conhecimentos sobre a adequação dessas culturas às condições climáticas locais, sem o que investimentos podem ser levados ao fracasso. Necessitam de estudos regionais, entre outros aspectos, as relações solo-planta-clima, cujos reflexos principais são a dinâmica de crescimento das plantas e a demanda hídrica das culturas.

A cultura do amendoim mostra-se bem adaptada à seca, e observa-se que dentro da espécie podem existir genótipos com características morfológicas e fisiológicas mais aclimatados a condições de baixa disponibilidade hídrica (Araújo & Ferreira, 1997). Apesar da cultura ser flexível aos déficits hídricos, estudos mostram que a irrigação influencia significativamente em sua produtividade.

A determinação da quantidade de água necessária para as culturas é um dos principais parâmetros para o planejamento, dimensionamento e manejo correto de qualquer sistema de irrigação. Sua quantificação é realizada fazendo-se o balanço hídrico da camada do solo ocupada pelo sistema radicular da cultura, sendo a evapotranspiração e a precipitação pluviométrica os principais componentes (Bernado, 1995). A evapotranspiração de uma cultura pode ser feita diretamente em lisímetros, mas modelos baseados em dados meteorológicos também podem ser utilizados. Para isso, estima-se a evapotranspiração de referência (ETo) e coeficientes de cultura (Kc).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi monitorar os componentes do balanço hídrico e determinar o Kc do amendoim em Campos dos Goytacazes, RJ.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Unidade de Apoio a Pesquisa da UENF, em Campos dos Goytacazes-RJ, com altitude de 14 m acima do nível do mar e coordenadas geográficas 21°19'23" de latitude sul e 41°10'40" de longitude oeste. O clima, segundo o sistema Köppen, é Aw, isto é, quente e úmido, com temperatura do mês mais frio superior a 18 °C e temperatura média anual em torno de 24 °C. A precipitação anual média está em torno de 1023 mm, concentrando-se de outubro a janeiro (Gomes, 1999). O solo é um Cambissolo Háptico (Embrapa, 2006), estando os principais atributos físicos e químicos apresentados nas tabelas 1 e 2.

### Implantação e manejo do experimento

A área experimental possui 0,24 ha (40 x 60 metros). A semeadura do amendoim foi realizada em 30/08/2012, com auxílio de uma semeadora-adubadora regulada previamente para liberar 15 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 60 cm. Antes da semeadura foi realizada a aplicação e incorporação mecanizada do herbicida pré-emergente trifluralina.

O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão convencional com espaçamento de 12 m x 12 m (6 linhas com 4 aspersores cada), com taxa de aplicação de 14 mm h<sup>-1</sup>. A irrigação era realizada diariamente pela manhã, com aplicação de 5 mm, exceto em períodos de chuva.

### Componentes do balanço hídrico

Os componentes do balanço hídrico foram monitorados de 27/10 até 19/12/201, referindo-se às fases da cultura "fim de floração" e "maturação de vagens". A precipitação foi obtida com pluviômetro instalado próximo à área experimental, sendo o deflúvio superficial (R) considerado nulo (área plana). Em três pontos da área foram instaladas baterias de tensiômetros com manômetro de mercúrio, nas profundidades de 10, 30, 50 e 70 cm. A leitura foi realizada duas a três vezes por semana, permitindo a obtenção da tensão ( $\tau$ ) e do potencial total da água ( $\phi$ ) ao longo do tempo. Semanalmente ou quinzenalmente, amostras de solo eram coletadas próximas aos tensiômetros, da superfície até a profundidade de 60 cm, em camadas de 20 cm de espessura, para obtenção da umidade gravimétrica (U). A partir de U e da densidade do solo ( $\rho$ ) obteve-se a umidade volumétrica ( $\theta$ ) e, então, a armazenagem de água no solo (h) até 60 cm. Nessa profundidade, admitida como limite para o balanço hídrico, o fluxo de água (q) foi determinado pela equação de Darcy-Buckingham (Libardi, 1995):

$$q = -K \text{ grad}\phi$$

onde: K é a condutividade hidráulica e  $\text{grad}\phi$  é o gradiente de potencial total da água. O valor de K foi obtido a partir de uma a função proposta por van Genuchten (1980), que relaciona K com  $\tau$ :

$$K = K_0 \frac{\{1 - (\alpha \tau)^{(n-1)} [1 + (\alpha \tau)^n]^{-m}\}^2}{[1 + (\alpha \tau)^n]^{m/2}}$$

onde:  $\alpha$ , m e n são constantes de ajuste da curva de retenção,  $K_0$  é a condutividade hidráulica do solo saturado, e  $\tau$  é a tensão a 60 cm (considerada como a média entre 50 e 70 cm). O  $\text{grad}\phi$  foi obtido por:

$$\text{grad}\phi_t = [\phi(50 \text{ cm}) - \phi(70 \text{ m})] / \Delta z$$

onde  $\Delta z$  é a distância entre as duas profundidades de monitoramento do  $\phi$  (50 e 70 cm).

### Evapotranspiração e do coeficiente de cultura

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foi calculada para cada período pela equação do balanço hídrico (Libardi, 1995):

$$ET_c = \Delta h - (P + q + I + R)$$

em que  $\Delta h$  é a variação de armazenagem entre o final e o início de cada período, e P, I, R e q são os componentes do balanço descritos no tópico anterior.

O coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) foi obtido por:

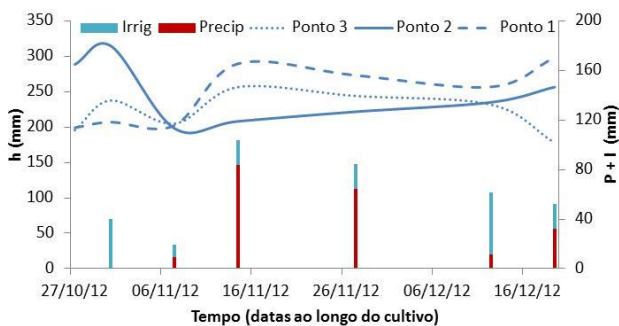
$$K_c = ET_c / ET_0$$

em que ET<sub>c</sub> equivale à evapotranspiração potencial ou máxima (pois se trata de cultivo irrigado) e ET<sub>0</sub> é a evapotranspiração de referência estimada pelo método de Hargreaves & Samani (1985). Para calcular a ET<sub>0</sub> foram utilizados dados climatológicos da Estação Meteorológica do Campus Leonel Miranda da UFRRJ em Campos dos Goytacazes. Os dados compreendiam o período total do experimento, de agosto a dezembro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 estão apresentadas as lâminas de precipitação e irrigação verificadas no período de monitoramento do balanço hídrico da cultura, assim como a armazenagem de água no solo nos três pontos de coleta. No início do período observa-se que a armazenagem era maior no ponto 2, revelando dificuldades quanto ao estabelecimento de uma adequada uniformidade da lâmina de água aplicada pela irrigação. Na Baixada Campista

predomina relevo plano com pequenas elevações e depressões, característico de ambiente de sedimentação flúvio-lacustre recente, onde ocorrem os Cambissolos de textura argilo-siltosa. Nestas condições, a ocorrência de chuva ou irrigação em taxas maiores que a capacidade de infiltração do solo leva ao acúmulo de água nas depressões do terreno, levando à incertezas quanto à lâmina que efetivamente penetra no solo. Na prática, isso implica que o deflúvio superficial não pode ser assumido como nulo, uma vez que ele é predominantemente negativo (perda de água) para as microelevações e positivo (ganho de água) para as microdepressões do terreno.



**Figura 1.** Precipitação pluvial (P), irrigação (I) e armazenagem de água no solo (h) durante o período de monitoramento da cultura do amendoim, em Campos dos Goytacazes, RJ.

Na tabela 3 são apresentadas a variação de armazenagem e as estimativas do fluxo de água em  $z = 60$  cm e da evapotranspiração da cultura (além da precipitação, irrigação e a armazenagem). Para todos os componentes do balanço hídrico verifica-se grande variabilidade dos valores obtidos, tanto entre os pontos de coleta quanto ao longo do período monitorado. Tal fato revela que, individualmente, os valores apresentam baixa confiabilidade, devendo apenas os valores médios serem levados em consideração. A principal fonte de variabilidade parece ser o fluxo: para o terceiro período, por exemplo, enquanto  $q = -0,1$  mm para o ponto 1 e  $q = -3,9$  mm para o ponto 2, no ponto 3 a estimativa é  $q = -96,5$  mm. A inconsistência desse valor fica evidenciada quando, como resultado do balanço, obtém-se um valor também inconsistente (positivo) para a evapotranspiração ( $ET_c = 44,8$  mm). Como se trata de remoção de água do solo, o valor de  $ET_c$  é obrigatoriamente negativo.

Para a média dos três pontos de monitoramento valores inconsistentes (como  $ET_c$  positiva ou fluxo descendente maior que a precipitação do período) não são verificados. Ainda assim, a variabilidade ao longo do tempo é elevada, com  $ET_c$  diária variando de  $2,9$  mm  $dia^{-1}$  até  $9,4$  mm  $dia^{-1}$ , e apresentando

correlação com a  $ET_o$  apenas moderada ( $R = 0,69$ ). Para os 53 dias de avaliação (do final da floração até completa maturação das vagens), a  $ET_c$  foi de  $277,6$  mm ( $5,2$  mm  $dia^{-1}$ ), similar ao obtido por Silva & Rao (2006). A demanda hídrica superou em  $76,8$  mm a precipitação do período, revelando que para o pleno atendimento da demanda hídrica da cultura há a necessidade de irrigação. O coeficiente de cultura para esta fase da cultura foi de  $1,14$ , porém novos estudos são necessários para obtenção de resultados mais conclusivos.

### CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o relevo da Baixada Campista (plano com pequenas depressões) impôs grande variabilidade aos componentes do balanço hídrico, tendo sido possível obter, para o Norte Fluminense, o coeficiente de cultura para o amendoim entre o final da floração e a completa maturação das vagens do amendoim de  $1,14$ .

### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, W.F. & FERREIRA, L.G.R. Efeito do déficit hídrico durante diferentes estádios ao amendoim. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 32(5):481-484, 1997.
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 6.ed. Viçosa, Ed. UFRV, 1995. 657p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de Solos. 2Ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- GRACIANO, E.S.A. Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2009. 68p.
- GOMES, M.C.R. Efeito de irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 1999. 51p.
- HARGREAVES, G.H. & SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Eng. In Agric., 1985. 1(2):96-99p.
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. Piracicaba: O autor, 1995. 497p.
- SILVA, L.C. & RAO, T.V.R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 10(1):128-131, 2006.

**Tabela 1:** Granulometria, densidade de partículas, densidade e porosidade total do solo da área experimental.

Prof. (cm)	Areia	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Argila	Dens. Part. (Mg m <sup>-3</sup> )	Dens. Solo	Poros. Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
0-20	96	450	455	2,56	1,39	0,46
20-40	70	451	479	2,56	1,25	0,51
40-60	56	433	511	2,61	1,20	0,54

**Tabela 2:** Análise química solo da área experimental.

Prof. (cm)	pH em água	C (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	V (%)
0-20	6,0	15,6	6	1	49	44	52	1,6	1,0	119	71
20-40	6,1	10,8	6	0	40	42	62	0,5	1,0	106	73
40-60	6,3	3,7	14	0	36	24	65	0,3	3,0	92	72

**Tabela 3:** Descrição das fases fenológicas do amendoim, cultivado em Campos dos Goytacazes - RJ, em relação aos dias após a emergência (DAE).

Data n <sup>o</sup> dias	27/10/12	31/10/12	7/11/12	14/11/12	27/11/12	12/12/12	19/12/12	Total
Precip. (mm)	-	0,0	9,4	83,4	64,6	11,2	32,2	<b>200,8</b>
Irrigação (mm)	-	40,0	10,0	20,0	20,0	50,0	20,0	<b>160,0</b>
<b>Ponto 1</b>								
h (mm)	199,1	207,0	202,2	289,4	273,1	256,7	298,2	<b>246,5</b>
Dh (mm)	-	7,9	-4,8	87,2	-16,3	-16,3	41,4	<b>99,1</b>
q (mm)	-	0,4	0,1	-0,1	-1,2	-0,6	-4,3	<b>-5,7</b>
ETc (mm)	-	-32,5	-24,3	-16,1	-99,7	-77,0	-6,4	<b>-256,0</b>
ETc (mm dia <sup>-1</sup> )	-	-8,1	-3,5	-2,3	-7,7	-5,1	-0,9	<b>-4,8</b>
<b>Ponto 2</b>								
h (mm)	288,4	314,3	198,1	208,1	221,5	235,0	256,5	<b>246,0</b>
Dh (mm)	-	25,9	-116,2	9,9	13,5	13,5	21,5	<b>-32,0</b>
q (mm)	-	-7,9	-12,8	-3,9	-11,1	-5,4	0,1	<b>-41,0</b>
ETc (mm)	-	-6,3	-122,7	-89,5	-60,0	-42,4	-30,8	<b>-351,8</b>
ETc (mm dia <sup>-1</sup> )	-	-1,6	-17,5	-12,8	-4,6	-2,8	-4,4	<b>-6,6</b>
<b>Ponto 3</b>								
h (mm)	199,1	237,5	204,7	256,4	244,0	231,6	177,7	<b>221,1</b>
Dh (mm)	-	38,5	-32,8	51,7	-12,4	-12,4	-53,9	<b>-21,4</b>
q (mm)	-	-3,9	-2,1	-96,5	-56,6	1,8	0,1	<b>-157,2</b>
ETc (mm)	-	2,3	-50,1	44,8	-40,4	-75,4	-106,1	<b>-225,0</b>
ETc (mm dia <sup>-1</sup> )	-	0,6	-7,2	6,4	-3,1	-5,0	-15,2	<b>-4,2</b>
<b>Média</b>								
h (mm)	228,9	252,9	201,7	251,3	246,2	241,1	244,1	<b>237,9</b>
Dh (mm)	-	24,1	-51,2	49,6	-5,1	-5,1	3,0	<b>15,3</b>
q (mm)	-	-3,8	-4,9	-33,5	-23,0	-1,4	-1,4	<b>-68,0</b>
ETc (mm)	-	-12,1	-65,7	-20,3	-66,7	-64,9	-47,8	<b>-277,6</b>
ETc (mm dia <sup>-1</sup> )	-	-3,0	-9,4	-2,9	-5,1	-4,3	-6,8	<b>-5,2</b>
ETo (mm)	-	-23,7	-63,1	-32,1	-31,0	-51,8	-42,6	<b>-244,1</b>
Kc		0,51	1,04	0,63	2,15	1,25	1,12	<b>1,14</b>