

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DA CULTURA  
DO GIRASSOL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

**LAUREANA APARECIDA COIMBRA PELEGRINI**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
ABRIL - 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DA CULTURA  
DO GIRASSOL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

**LAUREANA APARECIDA COIMBRA PELEGRINI**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Elias Fernandes de Sousa

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
ABRIL - 2009

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DA CULTURA  
DO GIRASSOL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

**LAUREANA APECIDA COIMBRA PELEGRINI**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 16 de abril de 2009.

Comissão Examinadora:

---

Daniel Fonseca de Carvalho (D.Sc, Engenheiro Agrícola) - UFRRJ.

---

José Carlos Mendonça (D. Sc, Engenharia Agrônômica) - UENF.

---

Salassier Bernardo (Ph.D, Irrigação e Drenagem) - UENF.

---

Elias Fernandes de Souza (D.Sc, Produção Vegetal) - UENF.  
(Orientador)

## DEDICATÓRIA

*Às minhas crianças:*

*Leonardo Pelegrini de Oliveira,*

*Thais Pelegrini Vicente,*

*João Pedro de Oliveira Fabri Lopes*

*Wanderson da Silva Viana.*

*Pelo futuro!!!!*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte primária de sabedoria e bondade;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela oportunidade de realização do curso;

A Capes pela concessão da bolsa de estudo;

Ao professor orientador Elias Fernandes de Sousa, pela enorme contribuição, confiança e ótimo convívio nestes dois anos;

Aos professores integrantes da banca examinadora Salassier Bernardo, José Carlos Mendonça e Daniel Fonseca de Carvalho por terem aceitado contribuir com este trabalho;

Ao meu namorado amigo companheiro Wanderson da Silva Viana (Tio Chico), pelo carinho, força e principalmente incentivo;

À minha família pelo suporte na minha ausência e pela compreensão, à minha mãe Filomena Coimbra, às irmãs Luciana Pelegrini e Flaviana Pelegrini, ao cunhado Arlindo de Oliveira;

Aos demais colegas do Laboratório de Engenharia Agrícola: Vitor Medeiros e Romildo Goltardo pela colaboração, troca de experiência e amizade;

A todos os funcionários do LEAG, pela presteza;

À empresa Helianthus do Brasil pela doação das sementes utilizadas neste trabalho;

A PESAGRO-Rio e funcionários de campo do LEAG/UENF pela disponibilidade e por todos os seus ensinamentos;

Aos amigos do peito: Silvania Ladeira, Francele Almeida, Raquel Rubim, Luciana Moreno, César Sanfim e Daniele Oliveira. Valeu por tudo!

Aos meus antigos amigos que permaneceram comigo mesmo com toda a distância: Lara Fabre, Raquel Pizani, Shaista Purificate, Miriam Marteline, Delaynne Grilo e Fabio Junior.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A cultura do girassol .....	4
2.2. Características agronômicas da cultura do girassol.....	6
2.3. Fases do girassol em função da disponibilidade hídrica.....	8
2.4. Necessidade hídrica das culturas.....	10
2.5. Necessidade hídrica da cultura do girassol.....	10
2.6. Conceito de evapotranspiração.....	11
2.6.1. Métodos de Determinação da Evapotranspiração .....	12
2.7. Função de produção.....	16
2.8. Balanço hídrico do solo.....	17
2.9. Relação entre produtividade e o déficit hídrico o coeficiente $K_y$ .....	17
3. MATERIAS E METODOS.....	19
3.1. Localização e caracterização climática.....	19
3.2. Características do solo.....	19
3.3. Tratamentos.....	20
3.3.1. Experimento I .....	20

3.3.2. Experimento II .....	20
3.4. Adubação .....	21
3.5. Manejo de plantas daninhas.....	21
3.6. Espaçamento de semeadura e densidade de plantas.....	21
3.7. Caracterização do genótipo utilizado.....	22
3.8. Condução da função de produção para ambos os experimentos.....	22
3.9. Cálculo da lâmina aplicada para ambos os experimentos.....	24
3.10. Avaliações realizadas nos experimentos.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
4.1. Dados meteorológicos durante o período experimental I e II .....	27
4.2. Variação da altura das plantas .....	28
4.3. Relação produtividade X lâmina aplicada.....	30
4.4. Determinação do fator de resposta à água (ky).....	40
5. RESUMOS E CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
1. Valores de kc utilizados ao longo da cultura do girassol, em função dos estádios de desenvolvimento.....	15
2. Características químicas do solo da área experimental na camada de 00 a 0,4 m de profundidade.....	21
3. Dados meteorológicos obtidos em Campos dos Goytacazes durante a realização do experimento I no período de 16/07/07 a 19/10/07. Valores médios decendiais, onde Temperatura média diária (T) em C°, Umidade Relativa (UR) em % e Precipitação (P) em mm.....	28
4. Dados meteorológicos obtidos em Campos dos Goytacazes durante a realização do experimento II no período de 30/06/07 a 13/10/08. Valores médios decendiais, onde Temperatura média diária (T) em C°, Umidade Relativa (UR) em %, e Precipitação(P) em mm.....	28
5. Produtividade (PD) em Kg ha <sup>-1</sup> , Evapotranspiração Real da cultura (ETrc) em mm, Lâmina Total Aplicada (LT) em mm, Irrigação (I) em mm, Precipitação (P) em mm e Evapotranspiração Potencial da cultura (ETpc) em mm, em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 358, no experimento I no período de 16/07/07 a 19/10/07 em Campos dos Goytacazes, RJ.....	32

6.	Produtividade (PD) em Kg ha <sup>-1</sup> , Evapotranspiração Real da cultura (ETrc) em mm, Lâmina Total Aplicada (LT) em mm, Irrigação (I) em mm, Precipitação (P) em mm e Evapotranspiração Potencial da cultura (ETpc) em mm, em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 251, no experimento II no período de 30/06/08 a 13/10/08, em Campos dos Goytacazes, RJ.....	33
7.	Matéria seca (MS) em g, Altura das plantas (A) em cm, Área foliar (AF), em cm <sup>2</sup> , em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 358, no experimento I. Avaliação realizada no dia 19/09/2007, após 66 DAP em Campos dos Goytacazes, RJ.....	36
8.	Matéria seca (MS) em g, Altura das plantas (A) em cm, Área foliar (AF) em cm <sup>2</sup> , em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 251, no experimento II. Avaliação realizada no dia 30/08/2008, após 66 DAP em Campos dos Goytacazes, RJ.....	37

## LISTA DE FIGURAS

1.	Esquemática da duração das principais fases de desenvolvimento do girassol.....	09
2.	Esquema de instalação da área experimental utilizada nos experimentos.....	23
3.	Teste realizado na área experimental entre a média dos coletores de precipitação para a verificação da uniformidade das lâminas aplicadas.....	25
4.	Varição da altura das plantas de girassol em cm, durante o experimento I, em função dos dias após o plantio (DAP), no ano de 2007 com o Híbrido H 358.....	29
5.	Varição da altura das plantas de girassol em cm, durante o experimento I, em função dos dias após o plantio (DAP), no ano de 2008 com o Híbrido H 251.....	29
6.	Relação entre Evapotranspiração Real da Cultura e Produtividade do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251.....	35
7.	Relação entre Lâmina Total aplicada e Produtividade do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251.....	35
8.	Relação entre Lâmina Total aplicada e Altura das plantas no cultivo de girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007	

	utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251.....	38
9.	Relação entre Lâmina Total aplicada e Área foliar no cultivo de girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251.....	39
10.	Relação entre Lâmina Total aplicada e Produção de Matéria seca no cultivo de girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251 .....	40
11.	Relação entre déficit hídrico das evaporações relativas e a queda dos rendimentos para a cultura de girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251 .....	41

## RESUMO

PELEGRINI, Laureana Aparecida Comibra; M.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril, 2009. Evapotranspiração e função de produção da cultura do girassol em Campos dos Goytacazes, RJ. Orientador Prof<sup>o</sup>: Elias Fernandes de Sousa

Neste trabalho se utilizaram dados experimentais obtidos na estação do CCTA/UENF, localizada na Estação Experimental da PESAGRO – RIO, no município de Campos dos Goytacazes nos períodos de julho a outubro de 2007 e de 2008, denominado experimento I e II, com o objetivo de determinar a evapotranspiração, a função de produção em relação à água aplicada e o cálculo do coeficiente de resposta para a cultura do girassol ( $ky$ ). Foram utilizados no experimento I o híbrido Helio 358 (H 358) e no experimento II o híbrido Helio 251 (H 251) em uma área de  $1024m^2$  e um sistema de aplicação de água pontual, Fonte Pontual “Single Point”, o qual consistiu de um aspersor tipo canhão instalado no centro da área plantada em filas concêntricas ao aspersor, onde se desenvolveu a pesquisa da função de produção em relação à irrigação. Ajustou-se uma regressão linear de primeira ordem entre a evapotranspiração real da cultura e a produtividade do girassol e de segunda ordem entre a lâmina aplicada e a produtividade do girassol. Os híbridos obtiveram altas produtividades de  $2755 kg ha^{-1}$  (H 358) e  $3454 kg ha^{-1}$  (H 251) com a lâmina total de água  $252,56$  e  $316,27mm$ , respectivamente, nos 3 meses aproximadamente de cultivo de cada plantio. Os resultados obtidos permitiram quantificar a evapotranspiração potencial da cultura, no experimento I em  $370 mm$  e experimento II em  $398 mm$ .

Notou-se efeito da irrigação na produtividade de grão, altura das plantas, área foliar e produção de matéria seca, aumentaram em função do incremento da lâmina de água. A cultura do girassol irrigado revelou-se sensível ao déficit hídrico com um coeficiente de resposta de ( $K_y$ ) igual a 1,2.

## ABSTRACT

This paper used experimental data obtained at the station of CCTA / UENF, located at the Experimental Station of PESAGRO - RIO in the municipality of Campos dos Goytacazes in the periods of July-October 2007 and 2008, called the experiment I and II, with the objective to determine the evapotranspiration, the function of production in relation to water applied and the calculation of the coefficient of response to the culture of sunflower ( $k_y$ ). Were used in the experiment, the hybrid Helio 358 (H 358) in experiment II and the hybrid Helio 251 (H 251) in an area of  $1024\text{m}^2$  and a system implementation point of water, point source "Single Point", which consisted of a gun type sprinkler installed in the center of the area planted in rows of concentric sprinkler, which was developed to search the production function in relation to irrigation. It was set a first order linear regression between the actual evapotranspiration of the culture and productivity of sunflower and second order applied between the blade and productivity of sunflower. The hybrids obtained high yields of  $2,755\text{ kg ha}^{-1}$  (H 358) and  $3454\text{ kg ha}^{-1}$  (H 251) with the blade total water  $316.27$  and  $252.56\text{ mm}$  respectively, in approximately 3 months of cultivation of each plant. The results led to quantify the potential evapotranspiration of the crop, in experiment I in  $370\text{ mm}$  and  $398\text{ mm}$  in experiment II. It was observed the effect of irrigation on grain yield, plant height, leaf area and dry matter production, increased according to increment of the water slide. The cultivation of irrigated sunflower revealed sensitive to water stress with a coefficient of water deficit ( $K_y$ ) equal to 1,2.

## 1. INTRODUÇÃO

Diante da crescente busca por novas alternativas à matriz energética baseada no uso do petróleo, atualmente têm sido ampliados estudos e iniciativas públicas e privadas direcionados ao processamento industrial do óleo de oleaginosas, visando à produção de biodiesel (Maziero & Correa, 2007).

Segundo Souza & Ferrari (2007), o biodiesel pode ser obtido por meio de processo de transesterificação, no qual ocorre a conversão de triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos. Esta modificação na estrutura dos óleos é uma alternativa para substituição do óleo diesel por um combustível proveniente de biomassas renováveis e inesgotáveis, que é ecologicamente correto, biodegradável, não tóxico, além de contribuir para a redução da emissão de gases poluentes, melhoria na ignição e lubrificação dos motores e seu manuseio e maior segurança na estocagem.

O Brasil dispõe de uma vasta área para produção de biomassa com fins alimentícios, químicos e energéticos. Para o biodiesel, destacam-se as oleaginosas, que são matérias-primas de qualidade para a obtenção do produto, especialmente a mamona, a soja, o dendê, o babaçu e o girassol (Silva, 2007).

O girassol (*Helianthus annuus*) pode ser considerado uma matéria-prima interessante à produção de biodiesel devido ao seu elevado teor de óleo, que é extraído das sementes através de simples extração mecânica. A cultura do girassol passou a ter importância no mundo, a partir da comprovação da excelente qualidade do óleo extraído de suas sementes apresentando, dessa

forma, um grande potencial econômico. Com uma rotação e culturas adequadas, pode contribuir para uma maior diversificação dos sistemas agrícolas no Brasil, já que não requer maquinário especializado, aumentando o lucro por unidade de área (Siva et al. 2006).

O termo girassol expressa o significado do nome comum como também o botânico da planta *Helianthus annuus*, o qual deriva do grego “hélios” que significa sol, e *anthus* flor, que significando flor do sol. Trata-se de uma planta anual, de polinização cruzada, com ciclo curto e adaptação a diferentes climas e solos. (Pelegriani, 1985).

A introdução da cultura do girassol na Região Norte Fluminense tem por finalidade compor arranjos produtivos (consórcio-rotação-sucessão) com culturas tradicionais na Região, como a cana-de-açúcar. Além disso, o Estado do Rio de Janeiro caracteriza-se pela presença de pequenas e médias propriedades rurais com predominância do sistema de agricultura familiar, o que pode facilitar a inserção rural, por via do associativismo, e de construções coletivas de módulos sustentáveis para o cultivo de girassol, tanto para a produção de óleo quanto para o comércio de sementes como alimento (Oliveira et al. 2005).

Pesquisadores em todo o Brasil têm verificado que as melhores respostas de produtividade do girassol estão associadas à irrigação e à adubação adequadas. Porém, estudos sobre a resposta do girassol a lâminas diferenciadas de irrigação, tanto para a Região Norte Fluminense quanto para outras regiões do país, ainda são escassos. O conhecimento dos efeitos na produtividade de uma cultivar de girassol, semeada em uma mesma época sob diferentes condições hídricas é essencial para a escolha do manejo mais adequado para a cultura. A irrigação somente proporciona bons resultados se for bem projetada e adequadamente manejada, sendo a demanda hídrica e o consumo de água na cultura são informações fundamentais para o seu planejamento e manejo da irrigação.

Este trabalho teve por objetivo geral determinar parâmetros necessários ao manejo de irrigação do girassol, na Região Norte Fluminense, RJ, em dois anos de cultivo (2007 e 2008) e por objetivos específicos:

- a) Determinar a evapotranspiração potencial (ET<sub>pc</sub>) da cultura do girassol;

- b) Determinar a função de produção da cultura do girassol em relação à irrigação;
- c) Determinar o coeficiente de resposta ao déficit hídrico ( $K_y$ ).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Cultura do girassol

Segundo Pelegrini (1985), acredita que a origem da cultura do Girassol ocorreu nos Estados Norte Americanos do Novo México e Arizona, chegando à América do Sul acompanhando o ciclo natural de migração dos indígenas americanos que supostamente vinham do Norte.

De acordo com os primeiros registros encontrados, concluiu-se que foi no Peru que pela primeira vez um europeu pôde observar de perto a flor do girassol. Em 1510, esta oleaginosa foi levada por conquistadores espanhóis do México para o jardim botânico de Madri na Espanha e, em seguida disseminada por toda a Europa. Aos poucos os grãos de girassol foram inseridos como ração na alimentação de animais nos países europeus. A primeira menção européia do uso do girassol como fonte de óleo é uma patente de invenção inglesa (número 408, na Oficina de Patentes de Londres), outorgada a Arthur Bunyan, em 1716, em plena Revolução Industrial, para extração de óleo para indústrias de couro, têxtil e de tintas (Pelegrini, 1985; Vrânceanu, 1977).

No século XVIII o girassol foi selecionado na Rússia como planta produtora de óleo, mas só ganhou importância econômica após a II Guerra Mundial. Data dessa época a sua utilização como principal matéria-prima para a fabricação do óleo combustível (Leite et al.2005).

Presume-se que o cultivo do girassol no Brasil tenha se iniciado na época

da colonização, principalmente na Região Sul, com a introdução do hábito do consumo de suas sementes torradas (Pelegriani, 1985).

Segundo o que a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) apresenta, a produção mundial de girassol no ano de 2006 foi de aproximadamente 31,3 milhões de toneladas, colhidas em uma área de 23,7 milhões de hectares. Os maiores produtores mundiais são a Rússia com cerca de 6,7 milhões de toneladas colhidas em 5,9 milhões de hectares; Ucrânia com 3,5 milhões de toneladas colhidas em 3,9 milhões de hectares; Argentina com 3,8 milhões de toneladas colhidas em 2,2 milhões de hectares; China com 1,8 milhões de toneladas colhidas em 1 milhão de hectares; e a França com 1,4 milhões de toneladas em 644 mil hectares (Faostat, 2008).

O Brasil participou com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos dois anos e encontra-se em terceiro lugar em produção na América Latina. Seguida da Argentina, maior produtora de girassol na América Latina, e da Bolívia, com 140 mil toneladas colhidas em 145 mil hectares. Em 2006, a área colhida no Brasil foi de 81 mil hectares, com uma produção de 120 mil toneladas, e com rendimento médio nacional de  $1.481 \text{ kg ha}^{-1}$ . No Estado de Goiás, o rendimento médio obtido foi de  $1.610 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo aproximadamente 8% maior que a média nacional. O seu cultivo deve ser ampliado nesta região e em todo o Brasil devido à produção de biodiesel (Backes et al. 2008 ; Faostat, 2008 ).

O cultivo do girassol atende basicamente a três objetivos: a produção de aquênios para alimentação de pássaros; a produção de óleo comestível e a matéria-prima para a fabricação de ração para animais. No entanto, especialmente a partir de 2005, a cultura despertou o interesse de agricultores, técnicos e empresas devido à possibilidade da utilização do óleo derivado desta na fabricação de biodiesel. De acordo com Backes et al.(2008), a demanda crescente possibilitará forte expansão na área de cultivo de girassol, sendo a cultura apontada como uma nova alternativa econômica em sistemas de rotação de culturas de grãos .

Castro et al. (2006), citam que o cultivo do girassol vem se expandindo como uma opção para o cultivo na época de safrinha em áreas onde se faz rotação de culturas com o girassol, observou-se um aumento de produtividade de 10% nas lavouras de soja e entre 15 a 20% na de milho, sendo que este fato possibilita o uso de terras ociosas, além de permitir a utilização dos mesmos

equipamentos destinados às culturas de grãos, como soja e milho, sendo necessárias apenas algumas adaptações.

## **2.2. Características agronômicas da cultura do girassol**

A caracterização botânica dessa espécie é uma dicotiledônea anual, da ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae, nativa da América do Norte.

As raízes do girassol são do tipo pivotante, com uma raiz principal, cujo comprimento pode ultrapassar a altura do caule e feixes de raízes secundárias. Desta forma, a planta pode alcançar camadas profundas do solo com grande extensão lateral, permitindo explorar um grande volume de solo. A maior taxa de crescimento se dá no início do ciclo e este crescimento se mostra maior do que a taxa de crescimento da parte aérea (Centro de Produções Técnicas, 2003).

Segundo Leite et al. (2005), o girassol possui caule herbáceo, de crescimento vigoroso, principalmente a partir dos 30 dias após a emergência, sendo ele cilíndrico e com diâmetro variando entre 2 e 6 cm. O desenvolvimento é influenciado principalmente pelas condições ambientais locais. Assim, caules grossos e entrenós curtos estão associados a plantas fortes e resistentes, capazes de sustentar a produção, reduzindo o risco de queda. De modo geral, as plantas de girassol possuem de 20 a 35 folhas, sendo estas o principal aparato fotossintético, acumulando, além de nutrientes, compostos orgânicos que serão, posteriormente, translocados para os órgãos reprodutivos e para os grãos. Por isso, o posicionamento das folhas determina o aproveitamento da luz em uma determinada população, afetando a taxa de fotossíntese. A cor das folhas é variável, de verde para o verde amarelado.

A inflorescência, chamada de capítulo, é a parte do ápice do colmo de um alongamento discóide, constituindo um receptáculo onde se inserem as flores, distribuídas em forma de arco radial, saindo do centro do disco. As flores férteis e tubulosas são as que possuem os órgãos de reprodução e dão origem aos frutos, os aquênios (Centro de Produções Técnicas, 2003).

As flores fora do capítulo (pétalas amarelas) são estéreis, e sua função é atrair insetos polinizadores. O girassol é uma planta de fecundação cruzada e na

polinização necessita da presença de insetos, como por abelhas o índice de polinização por outros meios é muito baixo (Leite et al. 2005).

A orientação do capítulo na direção do sol é conhecida como heliotropismo. O heliotropismo deve-se ao crescimento diferenciado do caule. Essa movimentação ocorre em função da iluminação desigual de um lado para outro da planta. O lado sombreado acumula auxina e faz com que a parte com sombra cresça mais rapidamente do que a parte que está exposta ao sol (Rossi, 1998; Schneiter & Miller, 1981).

O fruto do girassol (o aquênio), popularmente denominado semente, é do tipo seco. É a principal fonte de matéria-prima de onde se retira o subproduto de maior importância comercial, seja para a alimentação, seja na produção de óleo. É constituído por pericarpo e pela semente propriamente dita (Seiler, 1997; Blaney et al., 1987).

Segundo Carrão-Panizzi & Mandarino (1994), há dois tipos de sementes de girassol: as oleosas e as não oleosas. As sementes não oleosas são maiores, pretas, com listras e apresentam casca grossa (40 a 45% do peso da semente), facilmente removível. As sementes não oleosas têm de 25 a 30% de óleo e representam somente 5% dos genótipos de girassol. Para comercialização, as sementes não oleosas são torradas, embaladas e são consumidas como amêndoas, misturadas com granola, bolos e “snacks”, ou como ração para pássaro. As sementes oleosas são menores, com pericarpo bem aderido, representando 20 a 30% do peso das sementes. São economicamente mais importantes e a partir delas, são produzidos o farelo de girassol e seus derivados, após a extração do óleo.

O mercado de semente de girassol é dividido em híbridos e variedades. Os híbridos em boas condições ambientais são, normalmente, mais produtivos que as variedades. Por outro lado, as sementes de variedades possuem um custo inferior e, em situações adversas, podem ter um resultado custo x benefício superior. (Leite et al. 2005).

O ciclo vegetativo varia entre 90 a 130 dias. O florescimento ocorre, em média, 60 dias após a semeadura. Ventos fortes podem atrapalhar o período de enchimento de grãos, podendo ocorrer queda de plantas, prejudicando a colheita e a qualidade dos grãos (Centro de Produções Técnicas, 2003).

A duração do ciclo da cultura do girassol e sua produtividade são afetadas,

principalmente, pela temperatura, pela radiação solar, pela precipitação e pelo fotoperíodo. Particularmente, a temperatura do ar e o estresse hídrico são considerados como os fatores mais limitantes. Além disso, sabe-se que o excesso de chuvas e de dias nublados durante o florescimento pode acarretar considerável queda de produtividade (Rolim et al. 2001; Pelegrini, 1985).

A temperatura local é um fator muito importante no desenvolvimento do girassol, que se adapta muito bem para uma ampla faixa de temperaturas: de 15 a 30°C durante o crescimento e de 20 a 30° C do florescimento à colheita. Porém, temperaturas extremamente baixas durante o desenvolvimento inicial podem causar deformação das folhas, aumentarem o ciclo da cultura, atrasando a floração e a maturação e danificar o ápice da planta, provocando algumas anomalias, como ramificação do caule. Temperaturas elevadas, acima de 35°C durante a formação dos grãos afetam mais seriamente a composição de ácidos graxos do que propriamente o conteúdo do óleo (Gomes, 2005).

### **2.3. Fases do girassol em função da disponibilidade hídrica**

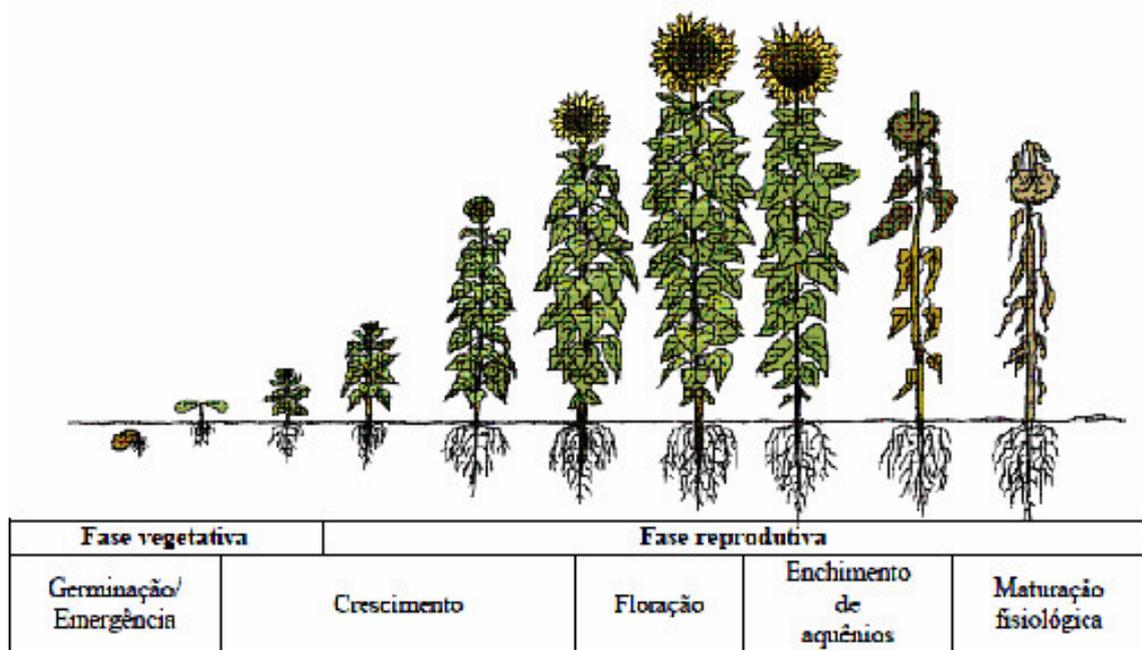
Até os 40 dias após a semeadura, o girassol apresenta uma boa tolerância às estiagens, produzindo satisfatoriamente em situações que poderiam limitar o desenvolvimento de outras culturas, como o arroz, o milho e o sorgo. Esta tolerância é devida ao fato de o girassol possuir o sistema radicular desenvolvido e poder absorver água de uma profundidade de até 2 metros ou mais, atingindo as camadas mais profundas do solo (Silva et al. 2006; Rolim et al. 2001).

O período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes é na fase posterior à formação do botão floral, estendendo-se até o seu florescimento (Figura 1). Nesse período também é grande o consumo de água pelas plantas, sendo que, nessa fase, é importante que ocorra um equilíbrio entre a quantidade dos nutrientes no solo e o volume de água dentro do sistema solo-água-planta (Centro de Produções Técnicas, 2003).

Na fase do florescimento, a cultura define o número de flores e frutos potenciais. Também ocorre nesta fase um crescimento rápido de folhas e talos, gerando 95% da área foliar máxima, que determina a capacidade de captação de radiação solar. No período são acumuladas grandes reservas de carbono e

nitrogênio nos órgãos vegetativos e nos capítulos que, durante o enchimento dos grãos, serão de grande importância para a manutenção da taxa de acumulação de peso seco e óleo nas sementes. Após o florescimento, quando as folhas alcançam o maior índice de área foliar, a falta de água afetará severamente as folhas, provocando a senescência precoce das mesmas (Uhart et al. 2000).

Na fase de enchimento de grãos, a cultura finaliza a expansão foliar, determina a fixação de frutos, seu peso, a concentração e qualidade de óleo. É o período no qual a cultura define o número de aquênios. Reduções no crescimento das plantas, devido ao estresse durante o período de enchimento de aquênios, podem levar a falta destes no centro do capítulo, e, conseqüentemente, redução na produção ( Dosio et al. 1998).



**Figura 1.** Fases e Estágios de desenvolvimento do girassol. Segundo Leite et al. (2006).

A área foliar durante a fase de enchimento de grãos está altamente associada com o peso e conteúdo de óleo na semente. Restrições na disponibilidade hídrica, nutricional (principalmente nitrogênio), baixa radiação solar e altas temperaturas (acima de 35°C) podem reduzir a fixação de grãos, o

acúmulo de peso, a concentração de óleo e qualidade do mesmo (Leite & Carvalho, 2005).

#### **2.4. Necessidade hídrica das culturas**

Devido à demanda de água cada vez mais elevada, a utilização da água na agricultura deverá ser otimizada através da melhoria da tecnologia da utilização à irrigação. Inúmeras tecnologias podem ser utilizadas para contribuir com o aumento da produtividade. Entretanto, o benefício só será possível com a adoção de um adequado manejo, que evite desperdícios de água, redução na produção pela irrigação em demasia ou perdas na produção.

Segundo Christofidis (2001), estima-se que 70% do consumo de água das atividades humanas sejam utilizados em práticas agrícolas. Para evitar desperdícios e garantir um método eficiente e eficaz de irrigação, é necessário quantificar com precisão a demanda hídrica da cultura. Nesse sentido, a evapotranspiração é de grande utilidade para a quantificação das disponibilidades hídricas.

Defini-se evapotranspiração, como um fenômeno de transpiração da água nas folhas dos vegetais, através da abertura estomática, e também água que evapora do solo cultivado. A evaporação e transpiração acontecem simultaneamente, com isso os parâmetros meteorológicos, características da cultura, manejo do solo e fatores ambientais são elementos que podem afetar a evaporação e a transpiração (Allen et al. 1998).

#### **2.5. Necessidade hídrica da cultura do girassol**

As necessidades hídricas do girassol, segundo Gomes, 2005 ainda não estão bem definidas. Entretanto, na maioria dos casos, 250 a 700 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos produtivos próximos ao máximo.

Para a cultura de girassol, a porcentagem total média de água, usada nos diferentes períodos de crescimento, situa-se por volta de 20% durante o período

vegetativo e 55% durante o florescimento, restando 25% para o período de enchimento de grãos (Doorenbos & Kassam, 1994).

A área foliar se ajusta perfeitamente à disponibilidade de água. O déficit hídrico moderado afeta indiretamente a translocação ocorrida entre o binômio fonte/dreno. Devido à redução da expansão celular, as folhas são menores, o que determina que menos fotossintetizados estejam disponíveis para a translocação e enchimento dos frutos, cujo tamanho, conseqüentemente será reduzido. Se o estresse hídrico é precoce, o desenvolvimento foliar é moderado e observa-se uma redução do vigor da planta e do número total de folhas. Se tardio, ocorre uma redução da área foliar, como decorrência da aceleração na senescência das folhas. Outros efeitos morfológicos causados pelo estresse hídrico podem ser refletidos nas plantas, como a redução do potencial fotossintético (Gomes, 2005; Blaney et al. 1987).

## **2.6. Conceitos de Evapotranspiração**

A Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) representa a taxa de evapotranspiração de uma superfície de referência, sem restrições hídricas, sendo uma cultura hipotética, de altura de 0,12 m, com uma resistência de superfície fixa 70 s m<sup>-1</sup> e um albedo de 0,23. Sendo esta cultura hipotética, assemelha-se a uma extensa superfície de verde, de altura uniforme, crescendo ativamente e com sombreamento do solo. Os únicos fatores que afetam ET<sub>o</sub> são os parâmetros climáticos (Allen et al. 1998).

A evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>) é a evapotranspiração, sob condições padronizadas de uma cultura livre de doenças, bem-fertilizada, plantada em extensa área, sob condições de umidade do solo ótimas, e alcançando produção máxima sob determinadas condições climáticas. A quantidade de água exigida para compensar a perda por evapotranspiração no campo cultivado é definida como exigência de água da cultura (Allen et al. 1998).

A Evapotranspiração real (ET<sub>rc</sub>) pode ser definida como a quantidade de água evapotranspirada de uma determinada cultura sob condições normais de cultivo. Pode-se concluir que a ET<sub>r</sub> será sempre menor ou no máximo igual ET<sub>pc</sub>. (Bernardo, 2006).

### 2.6.1. Métodos de Determinação da Evapotranspiração

A obtenção da evapotranspiração é um problema compartilhado por várias ciências que estudam o sistema solo-planta-atmosfera. A ETo pode ser obtida através de métodos de estimativa por Penman-Monteith, como também pelo lisímetro, tanque classe C entre outros. O método de Penman-Monteith é preconizado pela FAO e está sendo padronizado internacionalmente e para o cálculo da ETo (Allen et al. 1998).

O método Penman-Monteith baseia-se na teoria de “big leaf”, ou seja, a vegetação é representada por uma enorme folha, e isso implica em assumir que todas as folhas estejam expostas às mesmas condições ambientais. Embora isso não ocorra na prática, este método é importante para se compreender os processos físicos e biológicos que controlam a evapotranspiração (Perreira et al. 1997).

A estimativa da ETo, pelo método de Penman-Monteith, pode ser obtida a partir da Equação 01, em escala diária.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (1)$$

em que:

$\Delta$  - declividade da curva de pressão de vapor de saturação, em k Pa °C<sup>-1</sup>;

$\gamma$  - coeficiente psicrométrico, em k Pa °C<sup>-1</sup>;

$R_n$  - saldo de radiação, em MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>;

$G$  - fluxo de calor do solo, em MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>;

$T$  - temperatura do ar a 2 m de altura, em °C;

$U_2$  - velocidade do vento a 2 m de altura, em m s<sup>-1</sup>;

$e_a$  - pressão da saturação de vapor atual do ar, em k Pa;

$e_s$  - pressão da saturação a temperatura do bulbo molhado, em k Pa.

Para a determinação da ET<sub>pc</sub> utiliza-se métodos diretos e indiretos:

- Métodos diretos

São utilizados neste método os lisímetros que são como caixas impermeáveis contendo um volume de solo conhecido, utilizados para medir os componentes do balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera. Os lisímetros

podem apresentar diversas formas e sistemas de medidas, sendo que os mais empregados são os de drenagem, o de lençol freático constante e o de pesagem; este último é considerado mais preciso e sensível para a determinação direta da evapotranspiração potencial pelo balanço de massa de água. Assim, o valor da evapotranspiração da cultura ao longo do seu ciclo fenológico pode ser calculado utilizando o balanço de água no solo, conhecendo-se os valores das precipitações que ocorreram neste período, a drenagem correspondente e as variações da água acumulada dentro do lisímetro (Faria et al. 2006 ; Porto et al. 2000).

- Métodos indiretos:

Os métodos indiretos são aqueles em que não se mede indiretamente a evapotranspiração da cultura. Para determiná-la, multiplica-se o valor da  $ET_o$  por um coeficiente de cultura ( $k_c$ ) na Equação 2.

$$ET_{pc} = k_c \cdot ET_o \quad (2)$$

Sendo  $k_c$  o Coeficiente de cultura, adimensional .

Dessa forma, após o plantio a  $ET_{pc}$  será menor do que a  $ET_o$ . Esta diferença vai diminuindo à medida que a planta se desenvolve, até apresentar diferenças mínimas, que podem ser obtidas na fase de desenvolvimento vegetativo, mantendo-se até o final da fase de enchimento dos grãos. Daí por diante, a diferença volta a aumentar.

Durante o ciclo vegetativo da cultura, o valor do coeficiente de cultura ( $k_c$ ) pode variar à medida que a planta cresce e desenvolve, do mesmo modo que a fração de cobertura da superfície do solo pela vegetação varia à medida que as plantas crescem e atingem a maturação. Uma vez que a  $ET_o$  representa um índice climático da demanda evaporativa, o  $k_c$  varia, de acordo com as características da cultura (Frevert et al. 1983).

No início do plantio o valor do  $k_c$  é baixo, pois a cultura ainda cobre uma pequena parte do terreno. Com o seu desenvolvimento, a área ocupada pela cultura tende a aumentar e com isto, os valores do  $k_c$  também, até adquirir valores máximos quando a planta está em seu pleno desenvolvimento. Já na fase subsequente, após o florescimento o valor de  $k_c$  volta a decrescer (Bernardo, 2005).

O coeficiente de cultura pode variar também de acordo com a textura e o teor de umidade do solo, com a profundidade e densidade radicular e com as características fenológicas da planta devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado. Entretanto, o conceito de  $k_c$  tem sido usado, para estimar a necessidade real de água de uma determinada cultura por meio de estimativas ou medições de  $ETo$ . Todavia, sua determinação sob condições de campo exige um grande esforço de pessoal técnico, equipamentos e custos, em virtude da quantidade de informações, controles e monitoramentos necessários ao balanço hídrico em uma área irrigada. Para obtenção de  $k_c$  ao longo do ciclo da cultura, normalmente se utilizam lisímetros. (Medeiros et al. 2004; Sedyama et al.1998)

Portanto, o estudo da evapotranspiração e a estimativa do coeficiente de cultura são fundamentais para o manejo adequado de projetos de irrigação, contribuindo assim para o aumento da produtividade e otimização do uso da energia elétrica e dos recursos hídricos, estes cada vez mais escassos (Porto et al. 2000).

O Boletim da FAO 24 apresenta um procedimento para obtenção do  $k_s$  simples descrito por Doorenbos & Pruitt, (1997). Para cada estágio de desenvolvimento da cultura. Os dados de  $k_c$  são obtidos por meio de uma curva suavizada, denominada curva de  $k_c$  da cultura, e de uma forma geral, durante os estágios de desenvolvimento da cultura podem ser divididos em:

- Inicial: Tem início a partir da germinação até a cultura cobrir 10% da superfície do terreno, ou 10 a 15% do seu desenvolvimento vegetativo. O  $k_c$  varia de 0,2 a 1;
- Secundário ou de Desenvolvimento Vegetativo: A partir do final do primeiro estágio até a cultura cobrir de 70 a 80% da superfície do terreno ou de seu desenvolvimento vegetativo. O  $k_c$  correspondente varia linearmente entre os valores obtidos no primeiro e terceiro estágios;
- Intermediário ou de produção: Após o termino do segundo estágio até o início da Maturação. O  $k_c$  correspondente de 0,9 a 1,25;

- Final ou de Maturação: Do início da maturação até a colheita. O kc varia linearmente entre 0,3 a 1.

Segundo o mesmo Boletim Técnico, o coeficiente de cultura sugerido para a cultura do girassol durante todo o ciclo de desenvolvimento está apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de kc utilizados ao longo da cultura do girassol, em função dos estádios de desenvolvimento

Estádios	Duração (Dias)	Valores de Kc
Inicial	20 a 25	0,3 a 0,4
Vegetativo	35 a 40	0,7 a 0,8
Florescimento	40 a 50	1,05 a 1,2
Enchimento de grãos	25 a 30	0,7 a 0,8
Maturação fisiológica	-	0,4

Fonte: Doorenbos & Kassam,(1994)

A determinação da Evapotranspiração Real da cultura ( $ET_{rc}$ ) é baseada no cálculo da disponibilidade real da umidade do solo. Para determiná-la, multiplica-se o valor da Evapotranspiração potencial da cultura por um coeficiente ( $k_s$ ) em que o seu valor dependa da umidade do solo (Equação 3).

$$ET_{rc} = k_s \cdot ET_{pc} \quad (3)$$

Sendo  $k_s$  o coeficiente de umidade do solo, adimensional.

Quando a umidade do solo está próxima da capacidade de campo, a evapotranspiração de uma cultura será potencial. À medida que o solo perde água, a Evapotranspiração real da cultura apresenta valores menores do que Evapotranspiração potencial da cultura (Bernardo, 2005).

Bernardo (2005) estabeleceu uma equação para se obter o coeficiente de umidade do solo ( $k_s$ ), de acordo com a Equação 4:

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1)}{\ln(CTA + 1)} \quad (4)$$

em que:

$K_s$ = coeficiente de umidade do solo (adimensional);

CTA = capacidade total de água no solo, em mm;

LAA= lamina atual de água no solo, em mm.

## 2.7. Função de Produção

Define-se como função de produção a relação técnica entre um conjunto específico de fatores envolvidos em um processo produtivo qualquer e a produtividade física possível de se obter com a tecnologia existente.

Para quantificar os benefícios econômicos da irrigação é necessário saber quantificar o esperado aumento na produtividade em função do aumento de água aplicada. A representação gráfica ou matemática desta relação é denominada função de produção “água - cultura” (Bernardo, 2005).

Uma função de produção “água - cultura” típica é quando relaciona “lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura” versus “produtividade comercial”. Outra maneira de expressar funções de produção “água - cultura” é relacionar lâminas aplicadas por estádios de desenvolvimentos da cultura, ou evapotranspiração, ou umidade do solo versus produtividade (Bernardo, 2005)

A viabilidade de um sistema de produção dependerá do adequado manejo do mesmo, através de análise econômica dos insumos utilizados e dos resultados obtidos para estabelecer linhas reguladoras (Almeida et al. 2004).

A função de produção pode ser calculada por meio de análise de regressão, entre a produtividade e os níveis de águas aplicadas, ajustadas por um modelo polinomial de segunda ordem, proposto por Frizzone 1993 (Equação 5):

$$P = (PA) a + bA + cA^2 + ei \quad (5)$$

em que:

P - produtividade, em  $t\ ha^{-1}$ ;

A - lâmina total de água aplicada (precipitação + irrigação), em mm;

a, b e c - parâmetros de ajuste adimensional;

ei – possível erro aleatório.

## **2.8. Balanço hídrico do solo**

Os métodos mais empregados para o manejo da irrigação são baseados no turno de rega fixo, no balanço hídrico e na tensão de água no solo, sendo estes dois últimos mais eficientes e precisos no controle da irrigação (Marouelli et al.1996).

O balanço hídrico contabiliza as entradas e saídas de água do solo, sendo seis as possíveis entradas (chuva, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral, ascensão capilar e irrigação) e quatro são as possíveis saídas (evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda) (Pereira et al. 1997).

## **2.9. Relação entre produtividade e o déficit hídrico o coeficiente Ky**

Para um manejo adequado da quantidade de água a ser aplicada pela irrigação, é importante determinar a relação entre a produtividade e a lâmina aplicada.

O déficit hídrico na cultura influencia a evapotranspiração e o seu rendimento. Define-se evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) como os valores de evapotranspiração que, ao longo do ciclo total de uma cultura, realmente ocorreram e o que poderia ser atingido potencialmente com ótimas condições de cultivo, respectivamente (Doorenbos & Kassam, 1994).

Para prever a redução da produtividade de uma cultura quando submetida a um estresse hídrico, Doorenbos & Kassam (1994) propuseram um modelo com base na penalização da produtividade potencial da cultura, em função da relação ET<sub>r</sub>/ET<sub>m</sub> ocorrida durante o seu ciclo.

O rendimento máximo de uma cultura (Y<sub>m</sub>) é aquele obtido com uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao respectivo ambiente de crescimento, cultivada em condições em que não haja limitação de fatores como água, nutrientes, pragas e doenças, durante seu cultivo até o amadurecimento. Em geral, a diminuição na produtividade ocasionada por déficit hídrico durante o período vegetativo e de maturação, é relativamente pequena, enquanto durante o

florescimento e os períodos de formação da produtividade será grande (Allen et al. 1998; Doorenbos & Kassam, 1994).

A utilização do  $k_y$  para planejamento, dimensionamento e operação de áreas irrigadas, permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura.

Para o cálculo do coeficiente de resposta da cultura ao déficit hídrico ( $k_y$ ), utilizou-se o modelo descrito por Doorenbos & Kassam (1994) Equação 6.

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = k_y \cdot \left(1 - \frac{ET_r}{ET_m}\right) \quad (6)$$

em que:

$Y_r$  – Rendimento real obtido, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

$Y_m$  – Rendimento máximo obtido, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

$K_y$  - Coeficiente de resposta da cultura;

$ET_r$  – Evapotranspiração real total, em mm ;

$ET_m$  – Evapotranspiração máxima total, em mm.

A razão  $ET_r/ET_m$  indica o suprimento hídrico fornecido à planta em relação à sua necessidade potencial (Yao, 1969). Uma relação inferior à unidade pode indicar que a cultura ficou sujeita a um estresse hídrico.

Pesquisas já foram realizadas com o objetivo de determinar o valor  $k_y$  em algumas culturas, tais como no café (Arruda & Grande, 2003), na batata (Bezerra et al. 1999), no feijão (Carvalho et al. 2000) e no quiabo (Paes, 2003).

A utilização do  $k_y$  para planejamento e dimensionamento de projetos de irrigação, permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura. A sensibilidade das culturas ao suprimento de água pode ser classificada segundo (Doorenbos & Kassam, 1994) :

- Baixo ( $k_y < 0,85$ );
- Baixo/médio ( $0,85 < k_y < 1,00$ );
- Médio/alto ( $1,00 < k_y < 1,15$ ) ;
- Alto ( $k_y > 1,15$ ).

### **3. MATÉRIAS E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização climática**

A pesquisa foi conduzida na Estação Evapotranspirométrica do Laboratório de Engenharia Agrícola localizada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada a 21 °45' de latitude sul, 41 ° 18' de longitude oeste e 11 metros de altitude, na área de convênio UENF/ PESAGRO-RIO, no município de Campos dos Goytacazes, região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região Norte Fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão, apresentando temperatura média de 24 °C, precipitação total média anual de 1020 mm e umidade relativa do ar média diária de 78% (Ometto,1981).

Os experimentos foram realizados nos anos de 2007 e 2008 com o objetivo de avaliar o efeito da irrigação no desenvolvimento da cultura do girassol. Em 2007, o ciclo de cultivo foi de 16 de junho a 19 de outubro e em 2008 de 30 de junho a 12 de outubro.

#### **3.2. Características do solo**

O solo da área experimental apresenta relevo plano e foi classificado como Neossolo Flúvico Tb Distrófico, pouco profundo e com a drenagem moderada a

imperfeita segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (1999).

Apresenta características físicas, como capacidade de campo igual a 12,3% (peso), ponto de murcha permanente igual a 6,4% (peso) e densidade aparente igual a  $1,81 \text{ g cm}^{-3}$ . O fator de disponibilidade (f) para a cultura do girassol foi considerado 0,5 e a profundidade de exploração 80% de suas raízes de 0,4m conforme (Gomes, 2002). Com base nesses parâmetros, o limite de água disponível no solo para a cultura do girassol foi de 43 mm na camada 00 a 40 cm.

### **3.3. Tratamentos**

#### **3.3.1. Experimento I**

O plantio foi realizado em 16/07/07 e o início das avaliações se deu no dia 09/08/07, quando as plantas obtiveram uma altura de 30 cm, equivalente a 30 DAP.

Para o completo estabelecimento da cultura no período de 16/07/07 a 16/09/07 realizou-se 10 irrigações distribuídas de forma uniforme no experimento. No período subsequente, do dia 22/09/07 a 18/10/07, foram realizadas 22 irrigações utilizando-se o sistema "Point Source". A suspensão da irrigação ocorreu aos 88 dias após a semeadura, cujo critério empregado foi o estágio de maturação fisiológica dos grãos. A colheita foi realizada no dia 19/10/07, totalizando 96 DAP.

#### **3.3.2. Experimento II**

O plantio foi realizado em 30/06/08 e o início das avaliações se deu no dia 18/07/08, quando as plantas obtiveram uma altura de 30 cm, equivalente a 38 DAP.

Utilizou-se o sistema "Point Source" durante todo o experimento. Foram realizadas 26 irrigações no período de 03/07/08 a 13/09/08 distribuídas de forma diferenciada no experimento. A suspensão da irrigação ocorreu aos 80 dias após

a semeadura, cujo critério empregado foi o estágio de maturação fisiológica dos grãos. A colheita foi realizada no dia 13/10/08, totalizando 106 DAP.

### 3.4. Adubação

A adubação do experimento foi realizada com base na análise química do solo (Tabela 2). Na adubação de plantio foram adicionados 400 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04 -14 -08. Uma segunda adubação, com uso de 20 g m<sup>-1</sup> de uréia foi realizada aos 30 dias após o plantio (DAP).

**Tabela 2.** Características químicas do solo da área experimental na camada de 00 a 0,4 m de profundidade

ph	P*	K*	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C	MO
	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%	g dm <sup>-3</sup>
4,3	6	10	0,9	0,5	0	2,8	0	0,7	11,6

\* Extrator Carolina do Norte

### 3.5. Manejo de plantas daninhas

Fez-se o controle inicial de ervas daninhas através da aplicação de Glifozate, com a dosagem de 5 l/ha devido à incidência de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), e duas capinas manuais foram realizadas no decorrer dos experimentos.

### 3.6. Espaçamento de semeadura e densidade de plantas

O espaçamento utilizado foi de 0,2 na linha e 1 entre linha com densidade de plantio de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

### 3.7. Caracterização do genótipo utilizado

No primeiro experimento I utilizou-se híbrido Helio 358 fornecido pela empresa Hellianthus do Brasil, sendo as principais características:

- Cor do aquênio – preta
- Florescimento – 45 a 58 dias
- Maturação Fisiológica – 75 a 100 dias
- Zona de Recomendação – Todo o Brasil

No segundo experimento utilizou-se híbrido Helio 251 fornecido pela empresa Hellianthus do Brasil, sendo as principais características:

- Cor do aquênio – estriada
- Florescimento – 52 a 65 dias
- Maturação Fisiológica – 90 a 115 dias
- Zona de Recomendação – Todo o Brasil

### 3.8. Condução da função de produção para ambos os experimentos

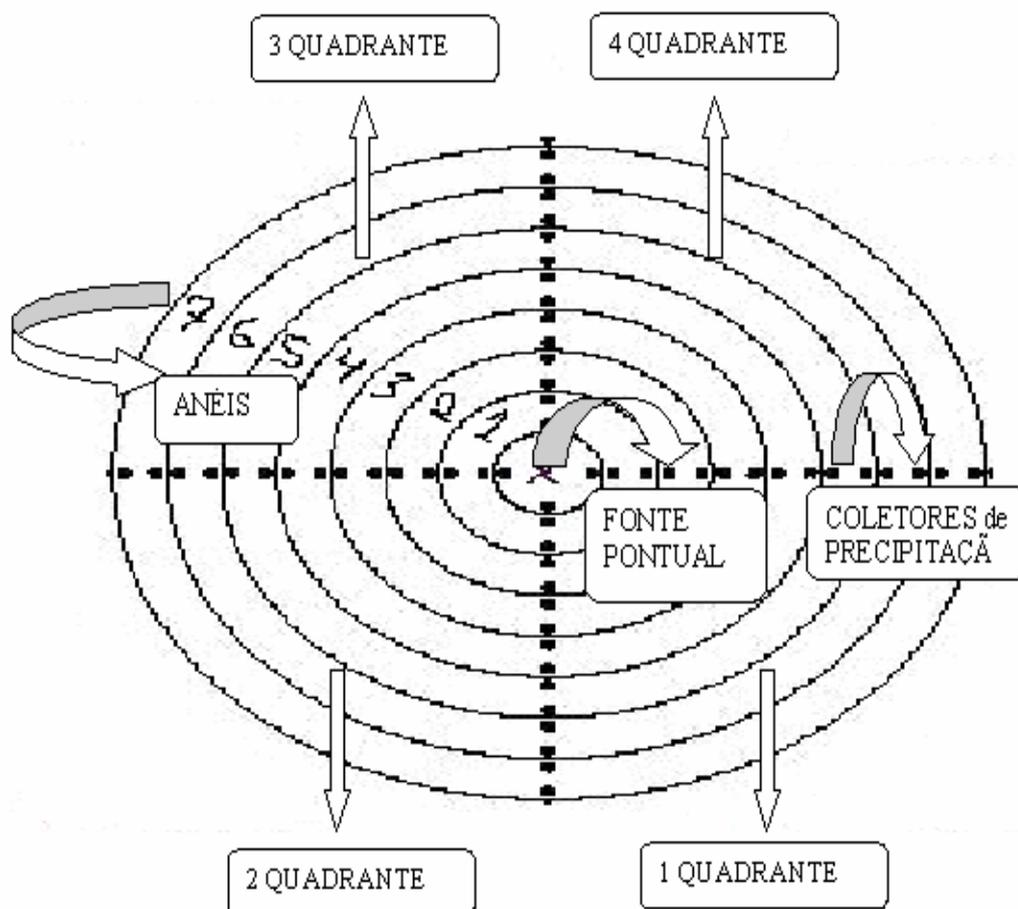
Para a determinação da função de produção em resposta à lâmina diferenciada de água nos experimentos utilizou-se o método descrito por Or & Hanks 2001, denominado de “Single Point” ou Fonte Pontual. O método constitui na utilização de um único ponto de origem da irrigação por aspersão para a aplicação diferenciada de água. Esse sistema foi formado por um aspersor do tipo canhão, marca Fabrimar, com bocais de 5 mm, que submetido à pressão de serviço de 22 KPa aplicou água a uma vazão de  $228 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

A área que foi utilizada nos experimentos apresenta a dimensão de 32m por 32m, totalizando  $1.024 \text{ m}^2$  e foi preparada de modo que no ponto central se instalou a Fonte Pontual (aspersor). Em cada aplicação de água pelo aspersor, formou uma faixa molhada com lâminas diferenciada ao longo das linhas de plantio. A partir do ponto de localização do aspersor, foram demarcados oito anéis, espaçados de 2 m entre si, sendo a distância do último anel maior que o raio de alcance do aspersor que foi de 15 m.

O primeiro anel, com o raio de 2,5 m não foi utilizado para coletas dos dados em função de com a proximidade com o aspersor poder ocorrer vazamento

durante abertura ou fechamento da irrigação, gerando uma estimativa errônea da lamina de água aplicada.

O anel compreendido entre 2,5 m e 4,5 m de raio foi designado de Anel 1 (A1). De maneira semelhante foram designados os demais anéis: Anel 2 (entre 4,5 m e 6,5 m de raio), Anel 3 (entre 6,5 m e 8,5 m de raio), Anel 4 (entre 8,5 m e 10,5 m de raio), Anel 5 (entre 10,5 m e 12,5 m de raio), Anel 6 (entre 12,5 m e 14,5 m de raio) e Anel 7 (dos 14,5 m de raio em diante). A Figura 2 ilustra a disposição do experimento.



**Figura 2.** Esquema de instalação da área experimental utilizada nos experimentos.

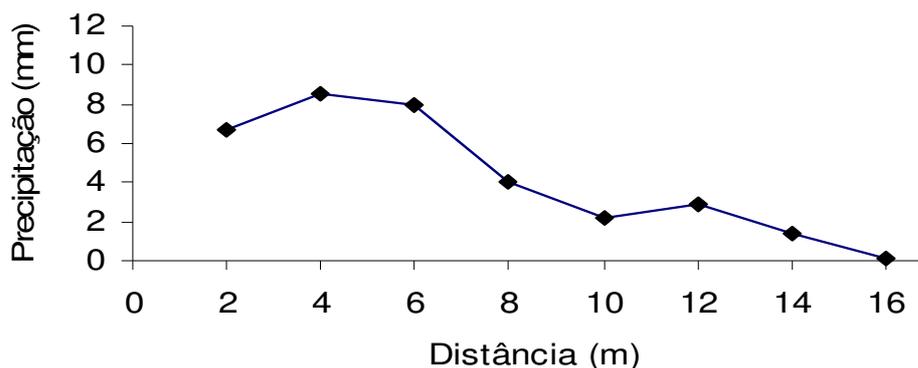
### 3.9. Cálculo da lâmina aplicada para ambos os experimentos

Os elementos meteorológicos de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e precipitação foram obtidos diariamente por uma estação meteorológica automática, modelo Thies China, localizada dentro da área experimental. Devido a problemas com o sensor de radiação solar, os valores de radiação foram estimados segundo Zanetti et al, (2006). Com base nesses dados, a ETo foi estimada diariamente para o local do experimento utilizando o método de Penmm-Monteith, padronizado pela FAO Equação (01).

Com os valores do coeficiente de cultura ( $k_c$ ), propostos por Doorenbos & Kassam (1994), foi possível estimar a ET<sub>pc</sub> da cultura do girassol utilizando a Equação 02. Na estimativa da ET<sub>rc</sub>, pressupôs-se que o solo na data do plantio estava na umidade correspondente à capacidade de campo. Para isto, fez-se uma irrigação distribuída uniformemente na área suficiente para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo. Baseado na análise física do solo, a capacidade total de água do solo era de 43 mm, para uma profundidade efetiva do sistema radicular de 40 cm.

No experimento I foram aplicadas lâminas de irrigação uniformemente na área experimental com a frequência de quatro dias, para ocorrer a quebra da dormência das sementes, sendo uma aplicação com intensidade de  $4,75 \text{ mm h}^{-1}$  por uma hora, até a germinação, quando 90% das plantas obtiveram uma altura de 30 cm. Após esta etapa aplicaram-se as lâminas de água diferenciadas por intermédio da Fonte Pontal. No experimento II houve a aplicação de lâminas diferenciadas durante todo o experimento.

Em um teste realizado antes da implantação dos experimentos determinou-se, em condições normais de funcionamento do sistema de irrigação, o perfil médio de molhamento na faixa molhada ao longo das linhas de plantio da área experimental (Figura 3). Com os resultados obtidos elegeu-se o terceiro anel como referência para o manejo das irrigações nos experimentos. Este procedimento visou a ocorrência de excesso de água (antes do terceiro anel) e déficit hídrico (posterior ao terceiro anel).



**Figura 3.** Teste realizado na área experimental entre a média dos coletores de precipitação para a verificação da uniformidade das lâminas aplicadas.

Para o manejo da irrigação foi utilizado o balanço hídrico semanal do solo, sendo a lâmina estimada pela Equação (7). O valor encontrado da lâmina de irrigação para o terceiro anel foi dividido em três regras, correspondendo aos dias da semana segunda, quarta e sexta-feira. A irrigação foi programada para iniciar-se 0:00 h, a fim de ser menos influenciada pela incidência do vento e finalizada após alcançado o valor obtido de  $L_i$ . O tempo médio de aplicação de água, variou de 90 minutos no início do plantio até um valor máximo de 1 h:45 min. na fase de florescimento .

$$L_i = \sum_{j=1}^n ETo_i \cdot kc_i - \sum_{j=1}^n P_j \quad (7)$$

em que:

- $L_i$  – Lâmina de irrigação, mm;
- $ETo$  – Evapotranspiração de referência, mm;
- $kc$  – Coeficiente de cultura, tabela 1;
- $P$  – Precipitação efetiva, mm;
- $n$  – Números de dias entre as leituras,  $n= 7$ ;
- $i$  – Período de irrigação.
- $j$  – Dias

As lâminas aplicadas pelo aspersor foram quantificadas por meio de coletores de água, espaçados a 1,0 m entre si (Figura 2), tendo como ponto de referência o aspersor central. Os coletores ficaram dispostos em duas linhas perpendiculares entre si, que dividiram a área em quatro quadrantes. Para o cálculo da lâmina média de água em cada quadrante e anel utilizou-se a média dos quatro coletores laterais de cada faixa irrigante no quadrante. As leituras dos coletores com água foram sempre realizadas após cada irrigação, entre às 6 e 7 h da manhã, evitando assim perdas por evaporação.

### **3.9. Avaliações realizadas nos experimentos.**

Fez-se o acompanhamento semanal do desenvolvimento do ciclo fenológico através da marcação de 112 plantas em campo, sendo quatro plantas localizadas em cada anel e em cada quadrante.

Foram coletadas 28 plantas em campo, sendo uma planta em cada anel de cada quadrante e conduzidas ao laboratório onde se realizou: a) a área foliar, em  $\text{cm}^2$ ; b) o peso da matéria seca (caule, pecíolo e folhas), em g. As plantas eram secas em estufa a uma temperatura de  $70^\circ\text{C}$  por 72 horas, segundo a metodologia proposta por Asae (2000).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. Dados Meteorológicos durante o período experimental I e II**

Com base nos dados apresentados nas Tabelas 3 e 4, pode-se observar que o clima foi satisfatório para o cultivo de girassol em ambos os experimentos. A literatura cita uma faixa de temperatura média durante a fase de florescimento até colheita, entre 20 e 30<sup>o</sup> C. Por outro lado, a precipitação, seria um fator limitante, uma vez que, a região se caracteriza por invernos com baixo índice pluviométrico ou com precipitação mal distribuída. No experimento I ocorreu 36,6 mm de precipitação bem distribuídos ao longo do desenvolvimento da cultura; no experimento II ocorreu uma precipitação de 79,4 mm, sendo a mesma concentrada na fase final do ciclo da cultura.

**Tabela 3.** Dados meteorológicos obtidos em Campos dos Goytacazes durante a realização do experimento I no período de 16/07/07 a 19/10/07. Valores médios decendiais, onde Temperatura média diária (T) em C°, Umidade Relativa (UR) em % e Precipitação (P) em mm

<b>Período 2007</b>	<b>T</b>	<b>UR</b>	<b>P</b>
16/07 a 25/07	22,8	77,4	0,0
26/07 a 04/08	18,5	79,7	7,1
05/08 a 14/08	21,9	81,1	0,7
15/08 a 24/08	21,1	75,7	0,0
25/08 a 03/09	23,5	81,1	3,6
04/09 a 13/09	21,6	80,1	13,2
14/09 a 23/09	21,9	74,4	0,5
24/09 a 03/10	21,5	73,9	11,6
04/10 a 13/10	22,8	74,2	0,0
14/10 a 19/10	24,6	80,5	0,0

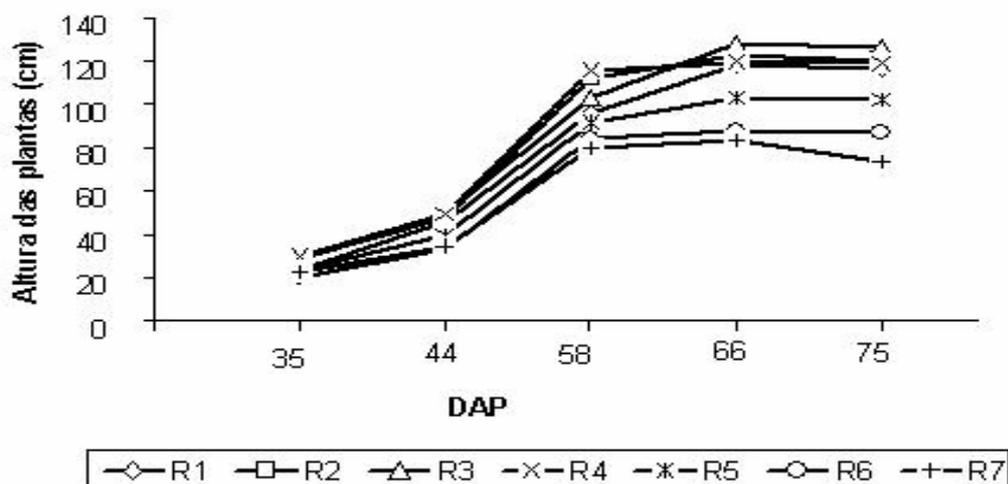
**Tabela 4.** Dados meteorológicos obtidos em Campos dos Goytacazes durante a realização do experimento II no período de 30/06/07 a 13/10/08. Valores médios decendiais, onde Temperatura média diária (T) em C°, Umidade Relativa (UR) em %, e Precipitação(P) em mm

<b>Período 2008</b>	<b>T</b>	<b>UR</b>	<b>P</b>
30/06 a 9/07	21,5	82,1	0,0
10/07 a 19/07	22,3	79,7	0,6
20/07 a 29/07	22,3	77,1	0,0
30/07 a 08/08	22,7	77,1	0,0
9/08 a 18/08	22,8	75,9	0,0
19/08 a 28/08	21,9	73,7	0,0
29/08 a 07/09	22,2	73,5	0,0
08/09 a 17/09	22,6	81,3	19,6
18/09 a 27/09	20,5	75,8	23,6
28/09 a 07/10	23,3	80,1	0,0
08/10 a 12/10	21,1	84,6	35,6

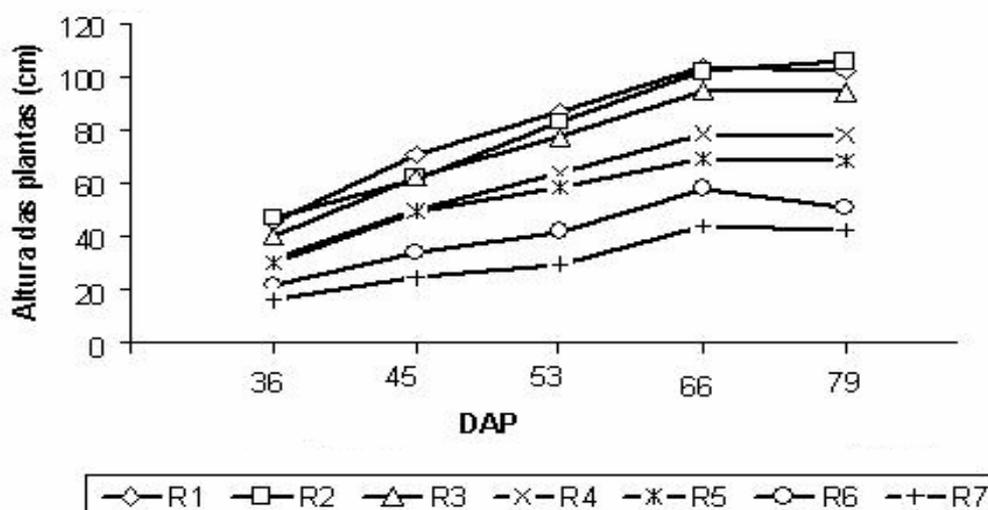
#### 4.2. Variação da altura das plantas

Nas Figuras 4 e 5 têm-se a variação da altura das plantas, durante a realização dos experimentos I e II. De acordo com a distribuição das lâminas de

água aplicadas nos experimentos foi possível observar que a cultura respondeu sempre positivamente em relação ao incremento da lâmina.



**Figura 4.** Variação da altura das plantas de girassol em cm, durante o experimento I, em função dos dias após o plantio (DAP), no ano de 2007 com o Híbrido H 358.



**Figura 5.** Variação da altura das plantas de girassol em cm, durante o experimento I, em função dos dias após o plantio (DAP), no ano de 2008 com o Híbrido H 251.

A diferença das variações da altura das plantas de girassol nas Figuras 4 e 5 pode ser explicada devido ao fato de que, no experimento I, realizou-se 10 irrigações distribuídas de forma uniforme após o plantio antes da diferenciação de tratamentos e no experimento II utilizou-se a Fonte Pontual a partir do plantio. Devido a isso se pôde observar no experimento II um crescimento diferenciado entre os anéis desde o início da coleta dos dados de altura (36 DAP), enquanto no experimento I esta diferença se destacou a partir do dia 58 DAP.

### **4.3. Relação Produtividade X Lâmina aplicada**

A relação entre a produtividade de uma cultura e a lâmina total aplicada, pode ser entendida da seguinte forma: quando as reais necessidades hídricas da cultura são atendidas, a evapotranspiração real da cultura (ET<sub>rc</sub>) é igual a evapotranspiração potencial de cultura (ET<sub>pc</sub>), não ocorrendo perdas na produtividade (Tabelas 5 e 6). Por outro lado quando o suprimento de água é insuficiente, tem-se que  $ET_{rc} < ET_{pc}$ , ocasionando uma perda na produtividade proporcional ao déficit no suprimento hídrico (Doorenbos & Kassam, 1994).

De acordo com Taiz & Zeiger (2004) déficits hídricos, mesmo que moderados podem afetar o desenvolvimento das culturas (Tabela 5 e 6). A planta submetida ao estresse hídrico tem a absorção de água e nutrientes, a germinação de sementes, o fechamento e a abertura estomacal, a atividade fotossintética e vários outros processos metabólicos e fisiológicos são afetados, isso ocorre porque a expansão foliar depende principalmente da expansão celular, pois, os princípios que fundamentam os dois processos são similares. A inibição da expansão celular provoca uma lentidão da expansão foliar no déficit hídrico, conduzindo ao crescimento mais lento das folhas durante o período de seca. Menor área foliar significa menos água transpirada, o que permite utilizar melhor a pouca água disponível, por um período mais longo.

Os resultados obtidos nas Tabelas 5 e 6 fazem supor que, sob estresse hídrico, a translocação de assimilados para produção de grãos ocorreu em menor intensidade. Essa translocação, apesar de reduzida, sob estresse hídrico permitiu às plantas mobilizar e utilizar reservas para a produção de sementes, mesmo

quando sob déficit hídrico severo. A capacidade de continuar translocando assimilados é um fator-chave na resistência da cultura à seca.

Com relação à produtividade de grãos de girassol, foi evidente o seu aumento relativo em função das lâminas de água aplicadas (Tabelas 5 e 6). O híbrido H 251 (experimento II) apresentou maior produtividade  $3.454 \text{ kg ha}^{-1}$  para uma taxa de evapotranspiração real da cultura  $293,7 \text{ mm}$ , no Quadrante 4 Anel 1, no qual foi aplicada uma lâmina de  $316,6 \text{ mm}$ . Já o híbrido H 358 apresentou maior produtividade de  $2.853 \text{ kg ha}^{-1}$  para uma taxa de evapotranspiração real da cultura  $263,2 \text{ mm}$  no Quadrante 1 Anel 2, com uma lâmina aplicada de  $255,6 \text{ mm}$ . É possível observar que estas produtividades apresentadas foram satisfatórias, sendo acima da média nacional que, segundo Backes et al. (2008), é de  $1.481 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Com relação à Evapotranspiração potencial da cultura do girassol em Campos dos Goytacazes obteve-se nos experimentos I e II  $370,2$  e  $398,3 \text{ mm}$ , respectivamente. A cultura do girassol nos experimentos se encontrou em déficit hídrico ( $ET_{rc} < ET_{pc}$ ) em ambos experimentos, já que os valores da taxa de Evapotranspiração Potencial da cultura foram sempre menores que a taxa de Evapotranspiração Real da cultura e mesmo nestas condições se obteve altas produtividades em todos os quadrantes nos anéis um, dois e três.

**Tabela 5.** Produtividade (PD) em kg ha<sup>-1</sup>, Evapotranspiração Real da cultura (ETrc) em mm, Lâmina Total Aplicada (LT) em mm, Irrigação (I) em mm, Precipitação (P) em mm e Evapotranspiração Potencial da cultura (ETpc) em mm, em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 358, no experimento I no período de 16/07/07 a 19/10/07 em Campos dos Goytacazes, RJ

Q	Anel	ETpc	P	I	LT	ETrc	PD
1	1			215,7	252,5	258,9	2755
	2			218,8	255,6	263,2	2853
	3			187,8	224,7	246,4	2711
	4	370,2	36,8	144,9	181,7	210,5	2009
	5			113,1	149,9	179,1	1733
	6			80,6	117,4	146,5	1464
	7			70,4	107,2	136,3	1499
2	1			192,1	228,9	240,6	2034
	2			201,3	238,1	249,7	1977
	3			198,1	234,8	250,9	1323
	4	370,2	36,8	160,8	197,6	215,9	1922
	5			110,1	146,9	175,6	1822
	6			73,9	110,7	140,5	2095
	7			61,6	98,5	127,7	1382
3	1			190,8	227,6	239,5	2443
	2			202,7	239,5	250,1	2172
	3			218,9	255,7	262,2	1993
	4	370,2	36,8	183,4	220,2	234,6	2152
	5			121,1	157,8	185,5	1637
	6			81,1	117,9	147,7	1152
	7			64,1	100,9	130,2	1049
4	1			215,7	252,5	258,9	1873
	2			218,1	254,8	261,7	1994
	3			205,2	242,1	255,7	1935
	4	370,2	36,8	160,4	197,1	224,5	1921
	5			115,7	152,5	181,7	1497
	6			81,3	118,1	147,2	1355
	7			69,2	105,9	135,1	766

**Tabela 6.** Produtividade (PD) em kg ha<sup>-1</sup>, Evapotranspiração Real da cultura (ETrc) em mm, Lâmina Total Aplicada (LT) em mm, Irrigação (I) em mm, Precipitação (P) em mm e Evapotranspiração Potencial da cultura (ETpc) em mm, em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 251, no experimento II no período de 30/06/08 a 13/10/08, em Campos dos Goytacazes, RJ

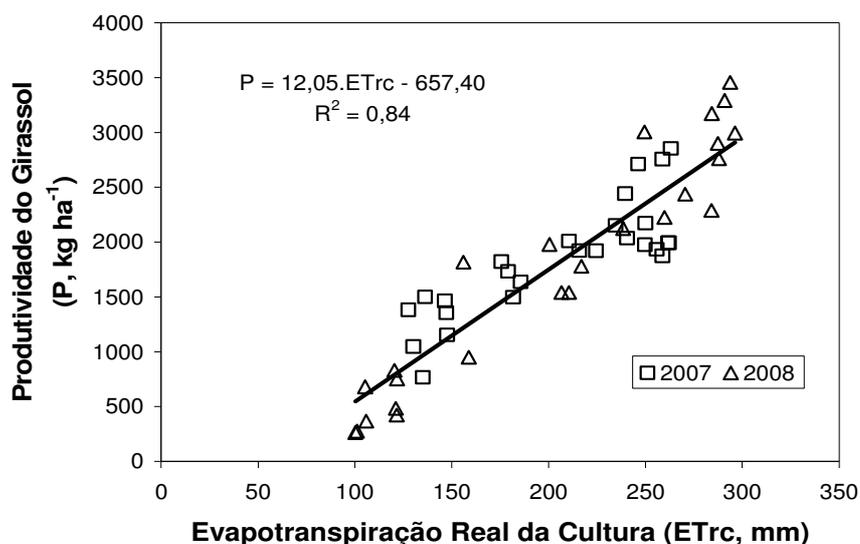
Q	Anel	ETpc	P	I	LT	ETrc	PD
1	1	398,3	79,4	236,7	316,1	290,8	3292
	2			225,4	304,7	284,1	2286
	3			180,3	259,6	249,4	3003
	4			129,6	209,1	206,7	1542
	5			71,4	150,8	156,1	1817
	6			29,3	108,8	121,6	752
	7			11,8	91,3	105,3	681
2	1	398,3	79,4	236,5	315,9	284,3	3171
	2			217,2	296,6	275,9	1633
	3			165,7	245,2	238,5	2123
	4			117,9	197,3	200,5	1978
	5			67,2	146,6	158,1	2513
	6			79,4	158,0	121,1	483
	7			4,8	84,3	100,2	264
3	1	398,3	79,4	236,7	316,1	287,4	2899
	2			224,6	303,9	288,1	2760
	3			182,8	262,2	259,8	2223
	4			123,2	202,5	210,6	1541
	5			66,9	146,3	158,7	949
	6			26,9	106,3	121,5	424
	7			5,7	85,1	101,1	276
4	1	398,3	79,4	236,8	316,3	293,7	3454
	2			232,7	312,1	291,1	2994
	3			197,3	276,7	270,5	2437
	4			134,8	214,2	216,9	1781
	5			71,0	150,4	158,6	2887
	6			29,8	109,2	120,4	830
	7			12,7	92,1	105,9	368

Barbosa et al. (2006) trabalhando com 17 cultivares na Embrapa Cerrados, em Planaltina – DF, e aplicando uma lâmina de 400 mm obtiveram produtividade média de 3.118 kg.ha<sup>-1</sup>. O trabalho de Resende et al. (2006) com os híbridos H 251 e H 358 conduzido no período chuvoso na Fazenda Experimental de Mocaminho, em Jaíba-MG, obteve as produtividades de 3.927 kg ha<sup>-1</sup> e 4.176 kg ha<sup>-1</sup> para uma lâmina aplicada de 500mm.

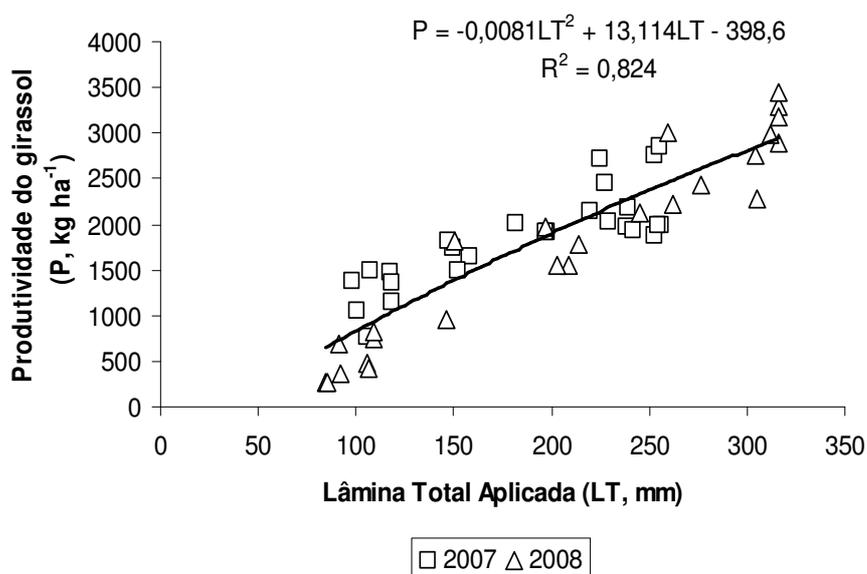
Bono et al. (1998), no sul de Córdoba e La Pampa na Argentina conduziram uma rede de 44 ensaios, avaliando o efeito da adubação nitrogenada e da aplicação de lâminas diferenciadas de 291 mm a 700 mm obtiveram produtividades variando de 1.107 a 3.520 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Silva et al. (2007) estudando o efeito de várias lâminas de irrigação na produtividade do girassol (híbrido H 251) na cidade de Lavras-MG, concluíram que o melhor manejo foi a aplicação da lâmina de 522,14 mm de água ao longo do ciclo, obtendo uma produtividade de 2.863,20 kg ha<sup>-1</sup>. Na mesma localidade, Silva et al. (2006) conduziram um experimento realizando aplicações de lâminas de água referentes à reposição pela irrigação de 75, 100 e 130% da evapotranspiração estimada para a cultura, o que correspondeu, às lâminas totais de água de 350,84; 428,70; 522,14 mm, respectivamente. Além desses, ainda foi implantado um tratamento testemunha sem irrigação, cuja precipitação foi de 117,20 mm. Os resultados mostraram que houve eficiência técnica, uma vez que a produtividade média para a situação não irrigada foi de 1.924,27 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto para os tratamentos com irrigação, as produtividades foram de 2.293,15 kg ha<sup>-1</sup>, 2.564,26 kg ha<sup>-1</sup> e 2.863,12 kg ha<sup>-1</sup>, para 75, 100 e 130% ET<sub>rc</sub>, respectivamente.

Analisando os dados dos experimentos I e II isoladamente, concluiu-se que os coeficientes dos modelos obtidos nos experimentos não diferiram estatisticamente pelo intervalo de confiança. Em função disso, os dados foram avaliados em conjunto, sendo os resultados apresentados nas Figuras 6 e 7.

Foi ajustada uma função linear de primeira ordem entre a evapotranspiração real da cultura e a produtividade do girassol e de segunda ordem entre a lâmina aplicada e a produtividade do girassol.



**Figura 6.** Relação entre Evapotranspiração Real da Cultura e Produtividade do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 o híbrido H 251.



**Figura 7.** Relação entre Lâmina Total aplicada e Produtividade do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 o híbrido H 251.

Os valores apresentados na tabela 7 referente ao experimento I, foram obtidos da avaliação realizada no dia 19/09/2007, após 66 DAP e na tabela 8 referente ao experimento II foram obtidos da avaliação realizada no dia 30/08/2008, após 66 DAP, onde a cultura em ambos os experimentos, que se encontravam na fase do florescimento, apresenta 90% do crescimento vegetal.

**Tabela 7.** Matéria seca (MS) em g, Altura das plantas (A) em cm, Área foliar (AF), em cm<sup>2</sup> em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 358, no experimento I. Avaliação realizada no dia 19/09/2007, após 66 DAP em Campos dos Goytacazes, RJ

Q	Anel	AF	A	MS
1	1	4584	124,6	65
	2	4723	128,1	60
	3	4442	133,2	62
	4	3623	121,2	65
	5	2306	104,5	41
	6	2006	81,5	31
	7	1932	74,1	23
2	1	2854	122,5	60
	2	3620	126,7	45
	3	3898	132,7	50
	4	4636	121,2	61
	5	2617	103,5	37
	6	2068	90,7	41
	7	1400	87,1	25
3	1	4685	106,7	55
	2	3884	108,1	53
	3	4970	119,5	72
	4	4573	112,5	59
	5	3851	101,1	44
	6	1813	90,5	37
	7	1191	70,3	20
4	1	4522	119,1	67
	2	4412	128,5	69
	3	3891	125,5	55
	4	3533	122,2	63
	5	3266	103,7	41
	6	2346	90,1	39
	7	3308	104,1	49

**Tabela 8.** Matéria seca (MS) em g, Altura das plantas (A) em cm, Área foliar (AF) em cm<sup>2</sup> em função dos Quadrantes (Q) e dos Anéis (Anel) para o cultivo do girassol híbrido H 251, no experimento II. Avaliação realizada no dia 30/08/2008, após 66 DAP em Campos dos Goytacazes, RJ

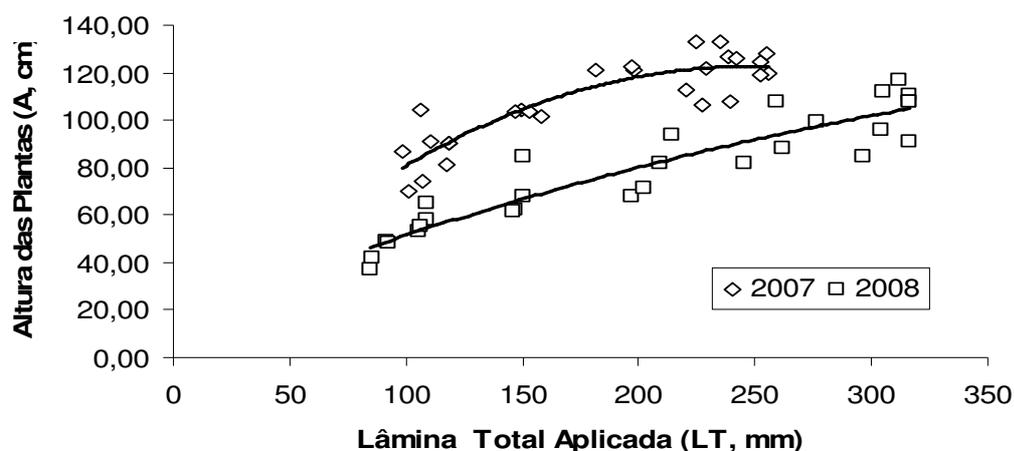
Q	Anel	AF	A	MS
1	1	3903	110,7	92
	2	3383	112,2	80
	3	2603	108,1	56
	4	1696	82,1	24
	5	1258	68,1	19
	6	620	58,8	18
	7	303	48,2	10
2	1	3029	90,7	87
	2	2271	84,5	53
	3	1981	82,1	44
	4	1004	67,6	22
	5	1287	62,6	14
	6	772	53,5	23
	7	360	37,2	4
3	1	4090	107,7	90
	2	3092	96,2	84
	3	2003	88,2	51
	4	1489	71,3	30
	5	1115	61,5	21
	6	661	55,2	19
	7	374	42,1	10
4	1	4112	107,5	90
	2	4010	117,1	82
	3	3002	99,5	56
	4	2456	93,7	44
	5	1563	84,7	23
	6	652	65,1	20
	7	375	48,1	15

Pela análise de regressão, obteve-se uma função de segunda ordem entre os valores de Lâmina aplicada e Área foliar, e Altura das plantas e Matéria seca, nos experimentos I e II apresentados nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

Analisando-se a variação da altura de plantas em cm (Figura 8), notou-se um aumento relativo, em função da lâmina de água aplicada. O híbrido H 358 apresentou o maior crescimento 133 cm quando comparado com H 251 117cm.

No trabalho de Resende et al. (2006), realizado na Fazenda Experimental de Mocambinho em Jaíba-MG, em novembro de 2006, com objetivo de avaliar a altura máxima das plantas de girassol com os híbridos H 358 e H 251, observou-se que o híbrido H 358 obteve o maior valor de altura de plantas, 150 cm. Já o híbrido H 251 alcançou uma altura de 130 cm.

Castiglioni et al. (1993), estudando outros genótipos de girassol no Brasil em Londrina, PR, avaliando 17 genótipos de girassol, notaram que o aumento no suprimento de água incrementava o parâmetro altura de plantas. Leite & Carvalho 2005 no período da safrinha e sem irrigação, em Lucianópolis, SP encontraram alturas médias de plantas de 110 cm. Lemos & Vazquez 2005, no período de safrinha e sem irrigação, Rio Verde, GO constataram alturas médias de plantas de 96 cm.



$$\text{Experimento I } A = -0,0019LT^2 + 0,95LT + 4,52 \quad R^2 = 0,79$$

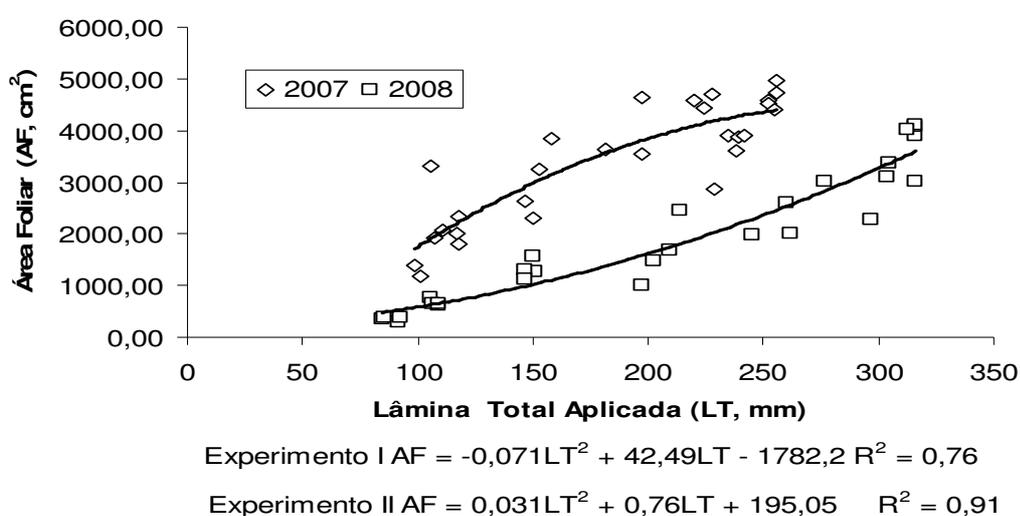
$$\text{Experimento II } A = -0,0003LT^2 + 0,38LT + 16,12R^2 = 0,86$$

**Figura 8.** Relação entre Lâmina Total aplicada e Altura das Plantas, no cultivo do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 o híbrido H 251.

No comportamento da área foliar em  $\text{cm}^2$  na cultura do girassol notou-se um incremento em função da lâmina de água aplicada. O híbrido H 358

apresentou o maior valor da área foliar, 4970 cm<sup>2</sup>, quando comparado com H 251 4112 cm<sup>2</sup>.

Castro (1997), utilizando o híbrido H 251 em Londrina em condições irrigadas, obteve um valor de área foliar de 5000 cm<sup>2</sup>. Este resultado se mostrou maior que o obtido no experimento I e II. Fagundes et al. 2006 avaliando a cultivar “Double Sungold” adquirida da empresa ISLA, em condições irrigadas obtiveram o valor da área foliar de 3500 cm<sup>2</sup>.



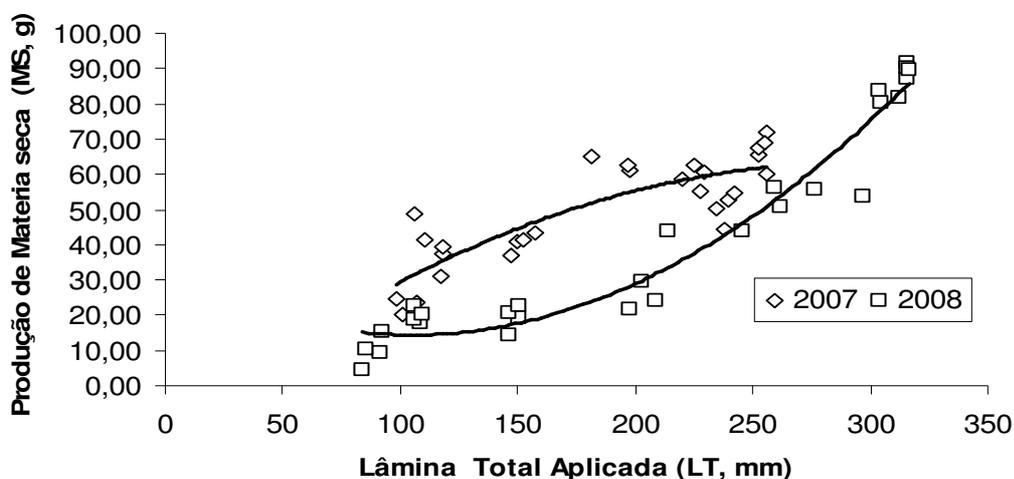
**Figura 9.** Relação entre Lâmina Aplicada e Área Foliar, no cultivo do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 o híbrido H 251.

Unger (1990) relatou que o máximo do acúmulo de matéria seca nos caules e folhas está diretamente relacionado às características fenotípicas e ambientais. No comportamento de produção de matéria seca (caule, haste e folhas) em g na cultura do girassol notou-se um incremento em função da lâmina de água aplicada.

O híbrido H 251 apresentou o maior valor de matéria seca 92 g quando comparado com H 358 69 g .

O experimento realizado por Castro et al. (2003) na Embrapa Soja no Paraná com o híbrido H 251 obteve o valor máximo de matéria seca (folhas, haste

e caule) de 95 g aos 75 DAP em condições irrigadas, este resultado alcançado se mostrou maior que o obtido no Experimento II aos 66 DAP.



$$\text{Experimento I MS} = -0,0009\text{LT}^2 + 0,53\text{LT} - 14,73 \quad R^2 = 0,71$$

$$\text{Experimento II MS} = 0,0016\text{LT}^2 - 0,33\text{LT} + 32,08 \quad R^2 = 0,95$$

**Figura 10.** Relação entre Lâmina Total Aplicada e Produção de matéria seca por planta. No cultivo do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 o híbrido H 251.

### 4.3. Determinação do Fator de Resposta à Água (Ky)

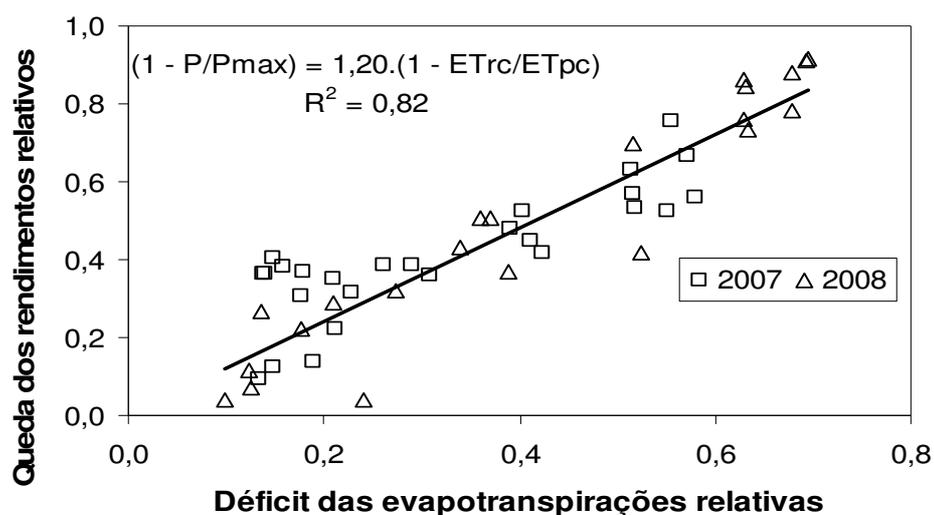
Para a determinação do coeficiente de resposta ao déficit hídrico ( $k_y$ ) para a cultura do girassol utilizou-se a Equação (06). O procedimento de otimização matemática em que o valor de  $Y_m$  foi alcançado, foi quando o intercepto da regressão linear entre a queda de rendimento relativo ( $1-Y_r/Y_m$ ) e o déficit de evapotranspiração relativa ( $1-E_{Tr}/E_{Tm}$ ) foi igual a zero. A produtividade máxima estimada nos experimentos foi de  $3944,81 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Utilizando-se desse procedimento, o coeficiente de inclinação da regressão linear equivaleu ao valor de  $k_y$  igual 1,2, apresentando um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,82 (Figura 11).

Um déficit hídrico acentuado ocasiona atraso no desenvolvimento do girassol reduzindo a taxa de crescimento do caule e das folhas (Bernardo 2006).

De acordo com Doorenbos & Kassam, (1994), o valor de  $k_y$  maior que 1 demonstra que a planta é sensível ao déficit hídrico. No caso da cultura do girassol, em se tratando da produção comercial, a cultura demonstrou ser altamente sensível ao déficit hídrico com o  $k_y = 1,2$ .

O rendimento de resposta fator ( $k_y$ ) foi obtido por Demir et al. (2006), na Turquia obtiveram o valor de 0,91, cultivando o híbrido Sanbro.



**Figura 11.** Relação entre déficit das evaporações relativas e a queda dos rendimentos para a cultura do girassol em Campos dos Goytacazes. No ano de 2007 utilizou-se o híbrido H 358 e no ano de 2008 utilizou-se o híbrido H 251.

## 5. RESUMOS E CONCLUSÕES

1. No experimento I a lâmina que proporcionou melhor resposta ao híbrido H 358 foi 255,6 mm e obteve-se uma produtividade de 2.853 kg ha<sup>-1</sup> para uma evapotranspiração real da cultura 263,2 mm.
2. A irrigação proporcionou aumento na produtividade de grãos no experimento II, utilizou-se o híbrido H 251, onde se obteve a maior produtividade dos experimentos, de 3.454 kg ha<sup>-1</sup> para uma evapotranspiração real da cultura 293,7 mm, sendo a lâmina aplicada de 316,6 mm.
3. Ajustou-se uma regressão linear de primeira ordem entre a evapotranspiração real da cultura e a produtividade do girassol e de segunda ordem entre a lâmina aplicada e a produtividade do girassol.
4. Ajustaram funções polinomiais de segunda ordem entre lâmina aplicada e a Área foliar do girassol, a Altura das plantas e a Produção de matéria seca.
5. A utilização da técnica de Irrigação durante o período apresentado para o cultivo do girassol no município de Campos dos Goytacazes é de caráter obrigatório para se obter altas produtividades.

6. A cultura do girassol irrigado revelou-se sensível ao déficit hídrico com um coeficiente de resposta ( $K_y$ ) igual a 1,2.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G; Pereira, L. S; Raes, D., Smith, M.(1998) Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO. Irrigation and Drainage, 56. p.300.
- Almeida, F.T; Bernardo, S; Souza, E. F; Marin, S. L. D; Grippa, S.(2005) Análise econômicas baseadas em funções de resposta da produtividade versus Lâminas de água para o mamoeiro no norte-fluminense. *Revista Engenharia Agrícola*, v.24, n.3, Jaboticabal. p.675 - 683.
- American Society of Agricultural Engineers (2000) *ASAE Standards*.ASAE *Standards*. ASAE 53582: Moisture Measurement-Forages. ST.Joseph: ASEA,p. 565.
- Arruda, F. B; Grande, M. A.(2003) *Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas*. *Bragantia*, v.62. n.1,p.139-145.
- Backes, R. L; Souza, M. A. Balbinot Junior A. A; Gallotti, M. J. G; Bavaresco, A. (2008) *Desempenho de cultivar de girassol em duas épocas de plantio norte Catarinense*. *Scientia Agrária*, Curitiba, v.9,n.1,p. 41-48.

- Barbosa, S. B; Amabile, R. F; Carvalho, P. C. G; Perreira, C. V; Junior, W. Q. R. (2006) Desempenho agrônômico de girassol em safrinha de 2005 no cerrado no planalto central. IX Simpósio Nacional Cerrado & II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Parla Mundi, Brasília DF, p. 05.
- Bernado, S. (2006) *Manual de Irrigação*. Viçosa, MG:UFV, Imprensa Universitária, p.657.
- Bezerra, F. M. L; Angelocci, L. R; Minami, K. (1999) *Coefficientes de sensibilidade ao déficit hídrico para a cultura da batata nas condições edafoclimáticas da região de Piracicaba, SP*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.3, p.322-326.
- Blaney, F. P. C; Edwards, D. G; Asher, C. J. (1987) *Nutritional disorders of sunflower*. Brisbane: University of Queensland, p. 72.
- Bono, A; Montoya, J. C; Babinec F. J.(1998) *Fertilización em girassol: Resultados obtenidos en tres años de estudio*. Area Agronomía, EEA Anguil "Ing.Agr. Guillermo Covas", INTA. Sur de Córdoba, Argentina.p.27.
- Carrão-Panizzi, M. C; Mandarino, J. M. G.(1994) Girassol Derivados Proteicos. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 74) p. 27.
- Carvalho, J. A; Pereira, G. M; Andrade, M. J. B; Roque, M. W. (2000) *Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupí (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. Ciência e Agrotecnologia, v.24, n.3, p.710 -717.
- Castiglioni, V. B. R; Castro, C; Balla, A.(1993) *Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93)*, Londrina - PR. In: Reunião Nacional de Girassol, 10, 1993, Goiânia. Resumos... Goiânia: IAC. p.37.
- Castro, C. (1997) *A cultura do girassol*. Londrina: EMBRAPA/ CNPS,.. (Circular Técnica, 13). p. 36.

- Castro, C; Morreira, A; Oliveira, C.F.(2006) Boro e estresse hídrico na produção do girassol. *Ciência Agrotécnica*, v.30, n.2, Lavras,p. 214-220.
- Castro, C; Oliveira, F. A; Brighenit, A. M; Leite, R. M. V. B. C. (2003) Interação de boro via solo e via foliar na cultura do girassol. In: Simpósio Nacional de Girassol, 3, Reunião Nacional de Girassol,19. Ribeirão Preto (Anais...) 1.CD. ROM.
- Centro de Produções Técnicas.(2003) *Cultivo e processamento de girassol*. MG:UFV, Imprensa Universitária, p. 61.
- Christofidis, D. (2001) *Os recursos hídricos e a prática da irrigação no Brasil e no mundo*. Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, n.49, p.8 -13.
- Demir, A. O; Goksoy, T. A; Buyukcangaz, H; Turan, Z. M; Koksai, E. S.( 2006) Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Orininal Paper Irrig Sci* 24: 279–289 DOI 10.1007/s00271-006-0028-x. Bursa, Turquia. p. 11.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. (1997) Guidelines for predicting crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage paper* 24, 2nd ed., Rome, p.179.
- Doorenbos, J; Kassam, A.H. (1994) *Efeito da água no rendimento das culturas*. FAO 33. Tradução de Ghedy, H.R.: Souza, A.A.; Damasceno, F.A.V. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Pró-Reitoria para assuntos do interior. Centro de Ciências e Tecnologias. p. 306.
- Dosio, G. A. A; González, L. M; Pereyra, V. R; Aguirrezábal, L. A. N.(1998) *Efecto de cortos períodos de reducción de la radiación incidente sobre los componentes Del rendimiento en aceite en las plantas de girasol*. In: Reunión Nacional de fisiologia vegetal, 22., Mar del Plata, Resumenes. Mar del Plata, p.162-163.

- Embrapa (1999) Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, p.412.
- Fagundes, J. D; Santiago, G; Mello, A. M; Bellé, R. A; Streck, N. A.(2007) *Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (Helianthus annuus L.): fontes e doses de nitrogênio*. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, ISSN 0103-8478, p.987-993.
- Faostat. Statistical Databases. Disponível em <[http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org)> Acesso em 20 de junho de 2008.
- Faria, T.R; Campeche, F.S. M; Chibana, E. Y.(2006) *Construção e calibração de lisímetros de alta precisão*. Revista de Engenharia Agrícola, v.24, n.2. Jaboticabal,p. 464-472.
- Frevert, D. R; Hill, R. W; Braaten, B.C.(1983) *Estimation of FAO evapotranspiration coefficients*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. ASCE, 109:265-270. p.10.
- Frizzoni, J. A.(1993) *Funções de resposta das culturas à irrigação*. Serie didática, n.006, Piracicaba, p.42.
- Gomes, E. M.(2005) *Parâmetros básicos para a irrigação sistemática do girassol*. Tese de doutorado. Instituto Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, p.117.
- Leite, C .B. V. M. R; Carvalho, C. G. P.(2005) *Avaliação da resistência de genótipos de girassol à mancha de Alternaria (Alternaria helianthi) em condições de campo*. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. Anais. Londrina: Embrapa Soja, p.108-110.
- Leite, C. B. V. M. R; Brighenti, M. A; Castro, C.(2005) *Girassol no Brasil*. Embrapa Soja, 1ª edição. Londrina, p.641.

- Lemos, D. M. R; Vazquez, G. H.(2005) *Comportamento agronômico de diferentes genótipos de girassol na época da safrinha em Fernandópolis/SP*. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 16, e Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol, 4, 2005, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja. p.76-79.
- Marouelli, W. A; Silva, W. L. C; Silva, H. R.(1996) *Manejo da irrigação em hortaliças* . Embrapa- CNPH- 5 ed, Brasília, p.72.
- Maziero, G.V.J; Correa, M.I.(2007) *Uso de óleo bruto de girassol em motor diesel*. Instituto Agrônomo /Laboratório de tratores do Centro de Engenharia de Automação. São Paulo, p.05.
- Medeiros, G. A; Arruda, F. B; Sakai, E.( 2004) *Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo*. Acta Scientiarum, Maringá, v.26, n.4, p.513-519.
- Oliveira, L. A. A; Souza, J. M. P. E; Lopes, G. E. M; Rego, F. L.(2005) *Avaliação de oleaginosas no estado do Rio de Janeiro. Resultados da Estação outono/inverno*. Convênio MCT/SECTI/FAPERJ. Campos dos Goytacazes, p.06.
- Ometto, J. C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 400p.
- Or, D; Hanks, R. J.(1991) *A single point source for the measurement of irrigation production functions*. Dept. of Plants, Soils and Biometeorology, Utah State University, Logan, UT,USA, p.10.
- Paes, F. M. H.(2003) *Demanda Hídrica e Função de Produção da Cultura do Quiabeiro (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) em Campos dos Goytacazes RJ*.Tese de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, p. 78.

- Pelegri, B.(1985) *Girassol uma planta solar que das Américas conquistou o mundo*. Ícone Editora LTDA.SP, p.115.
- Pereira, A. R; Vila Nova, N. A; Sediya, G. C.(1997) *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, p.183.
- Porto, L. R; Filho, Z. K; Silva, M. R; Dourado, S. S. S.(2000) *Evapotranspiração*. Apostila de Hidrologia Aplicada. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p.31.
- Resende, J. C. F; Pacheco, D. D; Pimentel, R. M. A; Santos, D. A; Soares, J. F.(2007) *Características de Híbridos de Girassol no Norte de Minas Gerais*. EPAMIG – Centro Tecnológico do Norte de Minas, Jaúba MG, p.06.
- Rolim, S. G; Sentelhas, C. P; Ungaro, G. R. M.(2001) *Análise de risco climático para a cultura de girassol, em algumas localidades de São Paulo e do Paraná usando os modelos DSSAT/OIL CROP-SUN e FAO*. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, n.01, p.102.
- Rossi, R. O.(1998) *Girassol*. Curitiba: Tecnoagro, p.333.
- Schneiter, A. A; Miller, J. F.(1981) *Description of sunflower growth stages*. *Crop Science*, v.21, n.06.901, p.903.
- Sediya, G. C; Ribeiro, A; LEAL, B. G.(1998) *Relações Clima-Água-Planta*. Capítulo 2, pag. 46-85. In: *Manejo da Irrigação*. Editor: FARIA, M. A. et. al. Lavras:UFLA/SBEA. p.368.
- Seiler, G. J.(1997) *Anatomy and morphology of sunflower*. In: Schneiter, A. A. (ed.). *Sunflower technology and production*, Madison: cap. 3, p.67-111.
- Silva, A. C.(2007) *Produção de Biodiesel a partir de óleo bruto de girassol*. II Congresso Brasileiro de plantas oleaginosas, óleo, gorduras e biodiesel. Universidade Federal de Lavras. Varginha, p.05.

- Silva, O. L. M; Faria, A. M; Morais, R. A; Andrade, P. G; Lima, M. E.(2007) Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB, v.11, n.5, p.482– 488.
- Silva, O. L. M; Faria, A. M; Reias, P. R; Santana, M. J.(2006) *Viabilidade técnica e econômica do cultivo do girassol irrigado na região de Larvas, MG*. Parte da tese de doutorado desenvolvida pela primeira autora. Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras/UFLA. p.06.
- Souza, A. C; Ferrari, A. R.(2007) *Comparação química de biodiesel de óleo de girassol lavado e destilado*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. ISBN: v.01,p.24.
- Taiz, L; Zeiger, E.(2004) *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre:Artmed, p.719.
- Uhart, S; Echeverria, H. E; Frugone, M.(2000) *Requerimientos nutricionales*. Morgan Semillas. Buenos Aires. p29.
- Unger, P.W.(1990). Sunflower. In: B.A. Stewart and D.R. Nielson (ed). *Irrigation of Agricultural Crops*. ASA, CSSA, and SSSA., Madison WI, pp. 775-794.
- Vrânceanu, A. V. (1977) *El Girasol*. Madrid, Mundi-Prensa. p. 379.
- Yao, A. Y. M.(1969) *The R index for plant water requirements*. *Agricultural Meteorology*, v.6, n.4, p.259-273.
- Zanetti, S. S; Sousa, F. E; Bernado, S; Posse, P.R; Junior, M.F.C.J. (2006) *Estimación do saldo de radiação e da evapotranspiração de referência, em função das temperaturas máximas e mínimas do ar*. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* ISSN 0104-1347, v.14, n1,p. 134 – 139.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)