

## DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM SEMEADURA DIRETA NA REGIÃO DO ARENITO CAIUÁ, ESTADO DO PARANÁ.

Eder Pereira Gomes<sup>1</sup>, Marizângela Rizzatti Ávila<sup>1</sup>, Max Emerson Rickli<sup>2</sup>, Fabiano Petri<sup>1</sup>, Gregory Fedri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá / Campus Avançado de Umuarama, Estrada da Paca s/n, Jardim São Cristóvão, CEP 87501-190, Umuarama – PR. [ederpgomes@gmail.com](mailto:ederpgomes@gmail.com)

<sup>2</sup>Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Estadual de Maringá / Campus Avançado de Umuarama, Estrada da Paca s/n, Jardim São Cristóvão, CEP 87501-190, Umuarama – PR.

### 1 RESUMO

O girassol é uma planta que se adapta em diversas condições edafoclimáticas, porém, as necessidades hídricas, assim como os coeficientes de cultura nos diferentes estádios fenológicos, ainda não estão perfeitamente definidas. Na região do Arenito Caiuá, Noroeste do Estado do Paraná, por possuir solo extremamente arenoso, portanto com baixa capacidade de retenção hídrica, torna-se imprescindível o cultivo de culturas anuais sob a técnica de semeadura direta. Com objetivo de estabelecer um manejo adequado de irrigação suplementar para a cultura do girassol nesta condição, valores de coeficiente de cultura foram propostos em cinco fases fenológicas. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições e cinco tratamentos, sendo um sem irrigação e quatro com lâminas de irrigação embasadas na adoção de diferentes coeficientes de cultura. Ao final de cada fase foram medidas as seguintes componentes de produção: massa seca, diâmetro de capítulo, diâmetro de caule e altura de planta. A maioria das componentes respondeu de maneira linear, independente da fase analisada. Não houve baixa produtividade da cultura do girassol com ausência de irrigação, igual a 2271 kg ha<sup>-1</sup>, no entanto a maior produtividade, 3063 kg ha<sup>-1</sup>, foi alcançada por meio da irrigação que utilizou coeficientes de cultura iguais 0,4, 0,8, 1,2, 0,8 e 0,4, nas fases 1,2,3,4 e 5, respectivamente.

**Palavras Chave:** coeficiente de cultura, componentes de produção, irrigação suplementar, solo arenoso, *Helianthus annuus* L.

### SUNFLOWER GROWTH AND YIELD UNDER IRRIGATION LEVELS IN NO-TILLAGE SYSTEM IN ARENITO CAIUÁ REGION - PARANÁ STATE.

### 2 ABSTRACT

The sunflower crop adapts various soil and climate conditions, however, the water requirements and the crop coefficients in different growth stages are not yet well defined. In Arenito Caiuá, Northwest of Parana State, because the soil is extremely sandy with low water retention capacity, there is a need for annual crops cultivation under no-tillage technique. In order to establish a proper supplemental irrigation management for sunflower cultivation in this condition, crop coefficient values were proposed in five phases of development. A randomized block design was used with three replications and five treatments, one without

and four irrigation depths based in the adoption of different crop coefficients. At the end of each phase the following yield components were measured: dry matter, capitulum and stem diameter, and plant height. Most components responded in a linearly, independent of the phase analyzed. There wasn't sunflower low yield without irrigation equal to 2271 kg ha<sup>-1</sup>, however the highest yield 3063 kg ha<sup>-1</sup> was obtained by irrigation which used crop coefficients equal to 0.4, 0.8, 1.2, 0.8 and 0.4 in phases 1,2,3,4 and 5, respectively.

**Key-words:** crop coefficients, yield components, irrigation, soil, *Helianthus annuus* L.

### 3 INTRODUÇÃO

O girassol é uma planta que se adapta a diversas condições edafoclimáticas, podendo ser cultivado no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o hemisfério norte, no estado de Roraima. No entanto, as necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas. Existem informações que indicam desde 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Entretanto, na maioria dos casos 400 a 500 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo (Castro & Farias, 2005).

O município de Umuarama, localizado na região do Arenito Caiuá, Noroeste do Paraná, possui precipitação média anual de 1700 mm (Instituto Agrônomo do Paraná, 2009), no entanto, em função da distribuição irregular das chuvas e da baixa capacidade de armazenamento hídrico dos solos da região, o zoneamento climático prevê aumento significativo de produtividade sob plantio direto e/ou irrigação suplementar (Caramori et al., 2003).

O manejo de irrigação, para que seja feito de maneira eficiente, deve utilizar lâminas de água embasadas em coeficientes de cultura condizentes às reais necessidades hídricas demandadas pelas condições de cultivo. A FAO (Food and Agriculture Organization) recomenda valores de coeficientes de cultura estabelecidos por Doorembos & Kassan (1994). Trabalho realizado por Karam et al. (2007) corrobora esta recomendação. No entanto, no trabalho conduzido por Silva et al. (2007), a maior produtividade de girassol foi obtida com aplicação de lâminas de irrigação aplicadas por meio de coeficientes de cultura 30% superiores. Segundo Pereira et al. (2005), na determinação de coeficientes de cultura deve-se levar em consideração, além de fatores edafoclimáticos, o genótipo cultivado. Andrade et al. (2002) afirmam que a palhada na superfície do solo pode reduzir a taxa de evapotranspiração, tendo como consequência valores menores de coeficientes de cultura.

Neste trabalho, avaliou-se a resposta da cultura do girassol à irrigação suplementar, na região do Arenito Caiuá, sob semeadura direta e diferentes coeficientes de cultura em cinco fases fenológicas.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campus Experimental de Umuarama, extensão da Universidade Estadual de Maringá, localizado no Noroeste do Estado do Paraná, em altitude de 430 metros, latitude 23° 47' 55" Sul e longitude 53° 18' 48" Oeste. A região apresenta, segundo a classificação de Köppen, clima Cfa ou subtropical (Instituto Agrônomo do Paraná, 2009). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-amarelo distrófico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999). A análise granulométrica de 0- 20 cm

de profundidade revelou que o solo possui 83% de areia, 5% de silte e 12% de argila. A análise química de 0-20 cm de profundidade revelou as seguintes características: pH em água, 4,8;  $\text{Al}^{3+}$ , 0,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ , 1,05  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ , 0,58  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+$ , 0,68  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ; CTC, 6,32; P, 11  $\text{mg dm}^{-3}$ ;  $\text{V}\% = 27,06$ . As densidades do solo determinadas nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, apresentaram valores iguais a 1,43  $\text{g cm}^{-3}$ , 1,53  $\text{g cm}^{-3}$  e 1,41  $\text{g cm}^{-3}$ , respectivamente.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições (15 parcelas), onde quatro tratamentos recebiam lâminas de água diferentes e a testemunha apenas água das chuvas. Cada parcela possuía nove metros quadrados (3 m x 3 m), com 0,7 m entre linhas e 0,3 m entre plantas. As parcelas foram compostas por cinco linhas com 10 plantas cada. As duas linhas extremas e as duas últimas plantas de cada linha foram consideradas bordaduras. Estas parcelas estavam ainda distantes 3 m umas das outras. As parcelas irrigadas continham quatro micro-aspersores, um em cada canto, a 1,5 m da superfície do solo. O experimento ocupou uma área de 693  $\text{m}^2$  (21 m x 33 m) com 135  $\text{m}^2$  de área ocupada pelas parcelas. A área total abrangeu mais 3 m além das parcelas extremas.

Inicialmente, fez-se a dessecação da área, coberta por braquiária (*Brachiaria decumbens*), com herbicida Glifosate na dosagem de 2  $\text{kg ha}^{-1}$  do ingrediente ativo. Com antecedência de 30 dias para semeadura foi realizada a correção do solo em nível de acidez com aplicação de 2000  $\text{kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico (PRNT 100%). No dia 01/09/2007, foi feita a semeadura em área total com adubação de 300  $\text{kg ha}^{-1}$  da fórmula 0-20-20 mais 1  $\text{kg ha}^{-1}$  de boro na forma de bórax. O genótipo de girassol empregado foi a Helio 358. Após 40 dias, foi realizada a adubação de cobertura com 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de Uréia e aplicação de herbicida Alachlor na dosagem de 0,22  $\text{kg ha}^{-1}$  do ingrediente ativo, com adição de óleo mineral a 0,5%. A correção do solo e adubações foram realizadas conforme Castro & Oliveira (2005). As aplicações de herbicidas foram realizadas conforme Brighenti et al. (2005).

O manejo de irrigação foi realizado por meio de balanço hídrico. Os valores de precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ETo) foram diariamente fornecidos pela Estação Agroclimática do Campus, localizada ao lado da área experimental, equipada com anemômetro, termohigrógrafo, tanque classe A e pluviômetro. As irrigações foram realizadas de forma suplementar, três vezes por semana, segunda, quarta e sexta. Todos os tratamentos receberam 30 mm de irrigação de estabelecimento, aplicado em duas vezes, 15 mm antes e 15 mm após a semeadura.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi estimada a partir do produto da evapotranspiração de referência (ETo) pelo coeficiente de cultura (kc). Foram estabelecidas cinco fases fenológicas com diferentes valores de coeficiente de cultura. Estabeleceu-se para primeira fase (estabelecimento) um período de 15 dias. Considerou-se como segunda fase (desenvolvimento vegetativo) o período de 15 dias após a semeadura até o início da inflorescência (emissão do broto floral). Da emissão do broto floral (R1) até a fase que antecede o enchimento dos aquênios (abertura da inflorescência e surgimento da cor amarela) considerou-se como terceira fase (florescimento). Da fase que antecede o enchimento dos aquênios (R4) até o início da maturação (dorso do capítulo amarelado e brácteas verdes), quarta fase (frutificação). Do início da maturação (R8) até a maturação fisiológica (dorso do capítulo e brácteas amareladas), quinta fase (maturação). A partir da quinta fase (R9), a irrigação foi suspensa até atingir o ponto de colheita. As fases foram identificadas conforme Castro & Farias (2005).

Para as fases 1,2,3,4 e 5, respectivamente, foram adotados os seguintes valores de coeficiente de cultura (kc): tratamento 1 (T1) - 0,2, 0,6, 1,0, 0,6, e 0,2; tratamento 2 (T2) -

0,3, 0,7, 1,1, 0,7 e 0,3; tratamento 3 (T3) – 0,4, 0,8, 1,2, 0,8 e 0,4; tratamento 4 (T4) – 0,5, 0,9, 1,3, 0,9 e 0,5. A testemunha (T0) não recebeu irrigação. Os tratamentos 2 e 3 (T2 e T3) representam os limites inferiores e superiores dos valores de kc propostos pela FAO (Doorembos & Kassam, 1994). O tratamentos 1 e 4 (T1 e T4) possuem valores de kc um décimo abaixo e um décimo acima em relação a T2 e T3, respectivamente.

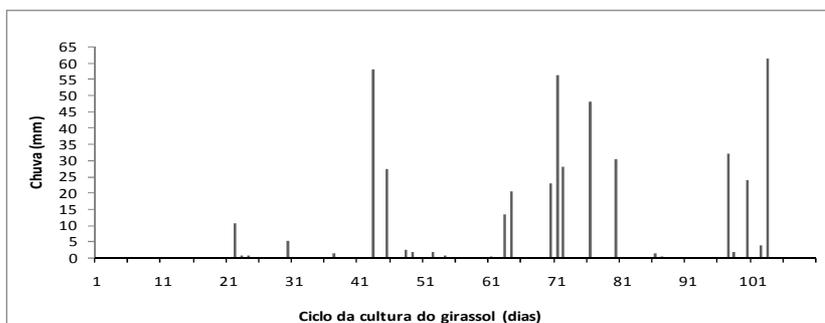
Ao final de cada fase, duas plantas por parcela foram coletadas das fileiras extremas da área útil (2ª e 4ª linha). Imediatamente após a coleta determinaram-se os componentes de produção: altura de planta, diâmetro de caule, massa seca e diâmetro de capítulo (esta última a partir da fase 3). No final do ciclo (fase 5) foram coletadas da fileira central (3ª linha) seis plantas por parcela e determinou-se a produtividade.

A altura de planta foi determinada após o corte das plantas rente ao solo e obtida por meio de uma trena de precisão de 0,1 cm. Esta mesma trena foi utilizada para medir o diâmetro de capítulo. O diâmetro de caule foi tomado sempre entre o segundo e o terceiro par de folhas, utilizando um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. A massa seca foi obtida após 72 horas de permanência em estufa a 65 °C e com utilização de uma balança de precisão de 0,01 g. A produtividade foi obtida por meio da pesagem em balança de precisão de 0,01 g e corrigida a 13% por meio de um determinador de umidade de sementes.

Ao final de cada fase, os componentes de produção foram submetidos à análise de variância e quando constatadas diferenças significativas à análise de regressão, ambas à 5% de probabilidade. No final do experimento, analisou-se da mesma forma a produtividade. O desenvolvimento da cultura ao longo do ciclo foi avaliado por meio de análises descritivas dos componentes de produção.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

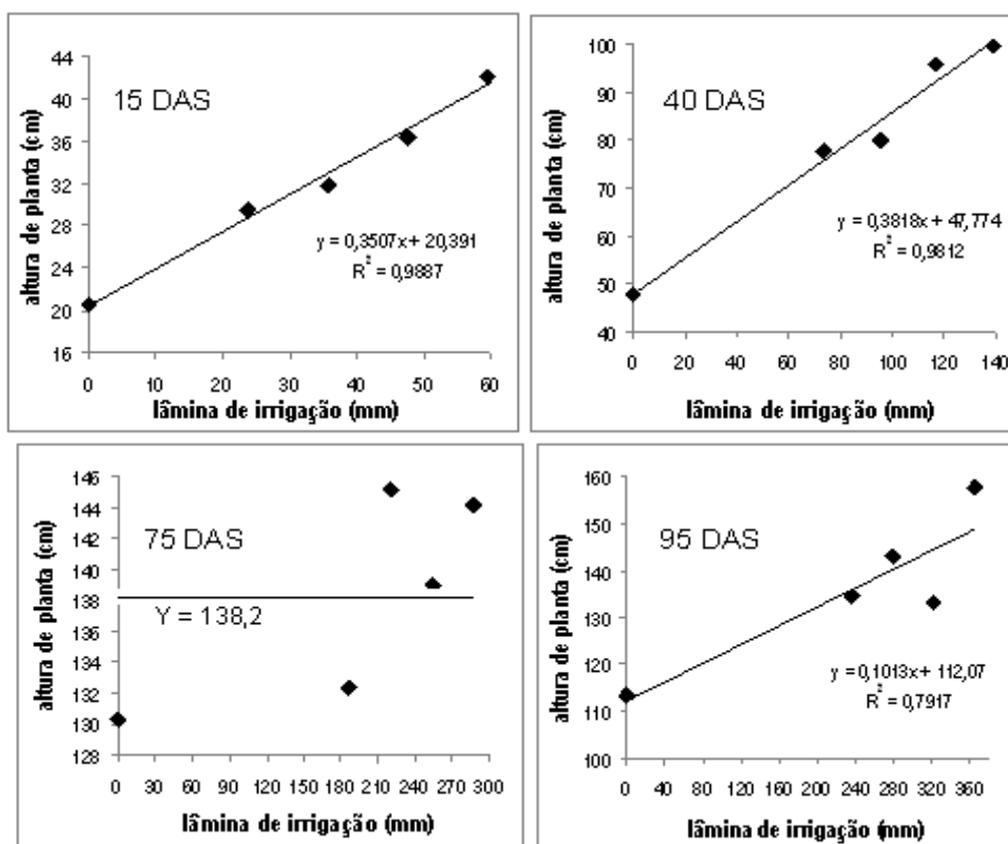
De acordo com Castro & Farias (2005), a cultura do girassol necessita entre 400 e 500 mm de precipitação pluvial durante o ciclo, desde que bem distribuídos, para rendimento próximo do potencial. Durante o experimento, a precipitação foi igual a 448,8 mm, no entanto, com distribuição bastante irregular (Figura 1). Não houve precipitação durante o período de estabelecimento. Na fase de desenvolvimento vegetativo, de 15 a 40 dias após semeadura (15 - 40 DAS), as precipitações ocorridas somaram somente 16,3 mm. Nas fases de florescimento (40 – 75 DAS), frutificação (75 – 95 DAS) e maturação (95 – 110 DAS), as precipitações ocorridas foram iguais a 229,9 mm, 71,4 mm e 131,2 mm, respectivamente. Não ocorreram precipitações entre 103 e 110 DAS. Além das precipitações pluviais, os tratamentos 1, 2, 3 e 4, receberam por meio de irrigação, durante todo o ciclo, lâminas de água iguais a 245,9 mm, 290,2 mm, 334,5 mm e 379 mm, respectivamente.



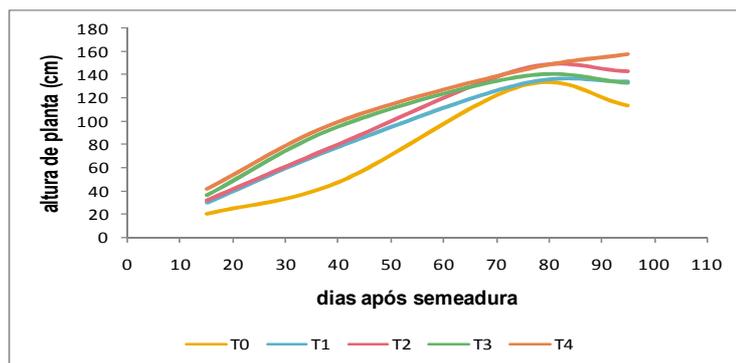
**Figura 1.** Distribuição das chuvas durante o ciclo da cultura

Em todas as fases fenológicas, exceto no florescimento (75 DAS), as alturas de plantas apresentaram comportamento linear em relação às lâminas de água aplicadas (Figura 2), obtendo maiores valores nos coeficientes de cultura 0,5, 0,9, 1,3, 0,9 e 0,5 (T4). Por meio da Figura 3, pode-se notar que existe uma tendência de aproximação das alturas das plantas a partir dos 75 dias após semeadura, ao contrário do ocorrido anteriormente, em que percebe-se que os tratamentos irrigados apresentam alturas superiores a testemunha (T0 – sem irrigação). Aos 75 DAS, as alturas médias das plantas são da ordem de 138,2 cm, não havendo diferenças significativas pela análise de variância a 5% de probabilidade.

Pode-se perceber também que os tratamentos 3 e 4 (tratamentos com os maiores valores de Kc) apresentaram sempre valores próximos, com relativa diferenciação somente a partir dos 75 dias, ou seja, a partir do enchimento dos aquênios (final do florescimento). Em relação à altura de planta, todos os tratamentos apresentam um pequeno declínio a partir dos 75 dias, exceto T4, que apresentou uma suave ascensão. Pode-se considerar, por tanto, que a partir deste momento as plantas possuem as suas alturas praticamente definidas (Figura 03). Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes (2005), que observou menor taxa de crescimento a partir do início da frutificação (enchimento dos aquênios).

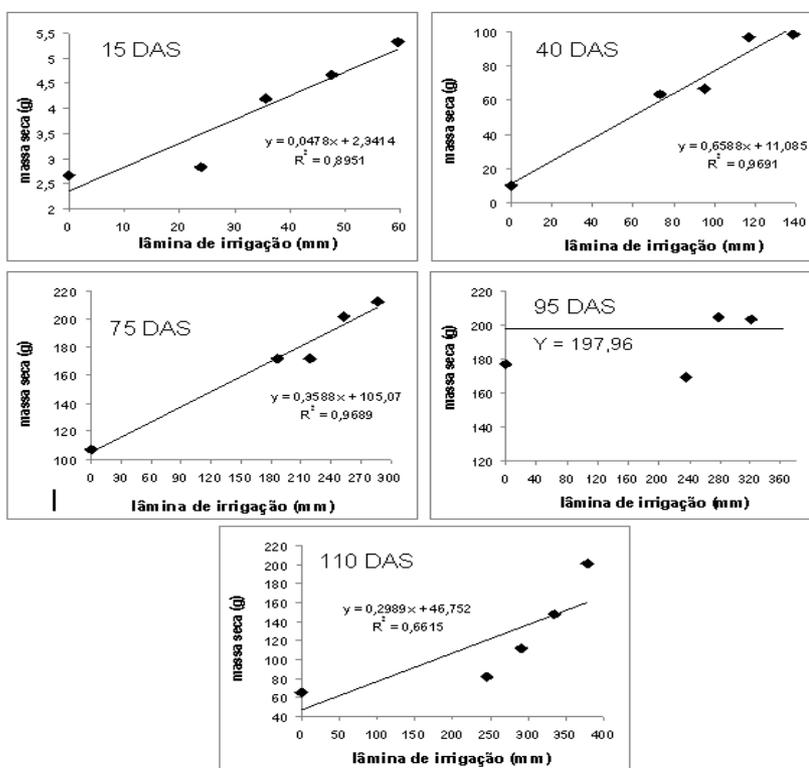


**Figura 2.** Altura de planta em função da lâmina de irrigação: (15 DAS); Estabelecimento; (40 DAS) desenvolvimento vegetativo; (75 DAS) florescimento; (95 DAS) frutificação.



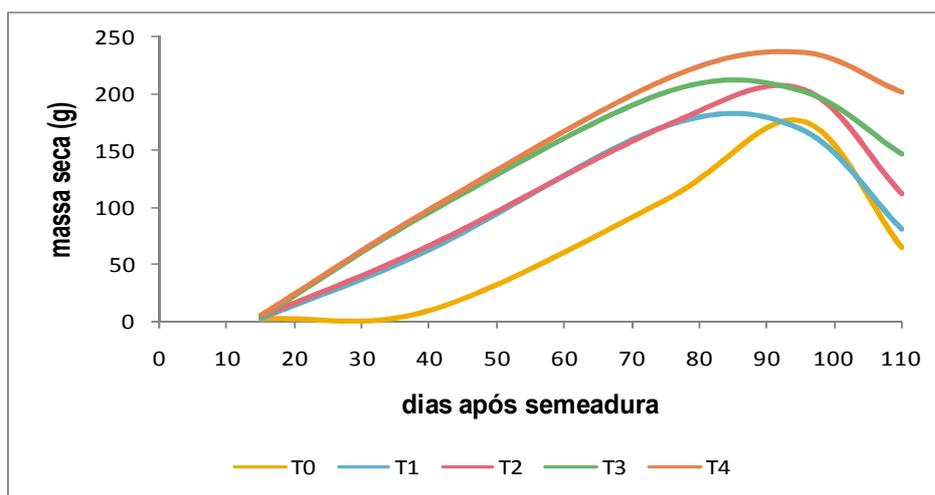
**Figura 3.** Altura de planta ao longo do ciclo em função dos tratamentos.

Assim como a altura de planta, a massa seca também respondeu de forma linear à irrigação, exceto na frutificação (Figura 4). Nesta ocasião, não houve diferença significativa entre os tratamentos, com massa seca média da ordem de 197,96 g. A produção de massa seca atingiu o valor máximo por volta dos 95 DAS (Figura 5). Se o objetivo for a produção de silagem, pode-se considerar a possibilidade desse momento como final de ciclo. Segundo McDonald et al. (1991) citados por Gonçalves et al. (2005), para se manter a qualidade, a produção de silagem nunca deve ser realizada com um percentual de massa seca inferior a 25%. Aos 95 dias após sementeira, os tratamentos possuíam um teor de massa seca da ordem de 27%. Esse resultado corrobora o encontrado por Castro & Oliveira (2005) citado por Castro & Farias (2005), utilizando o genótipo Helio 251, cultivado num ciclo total de 112 dias, encontrou-se o maior valor aos 98 dias com 28% de massa seca.



**Figura 4.** Massa seca em função da lâmina de irrigação: (15 DAS) estabelecimento; (40 DAS) desenvolvimento vegetativo; (75 DAS) florescimento; (95 DAS) frutificação; (110 DAS) maturação.

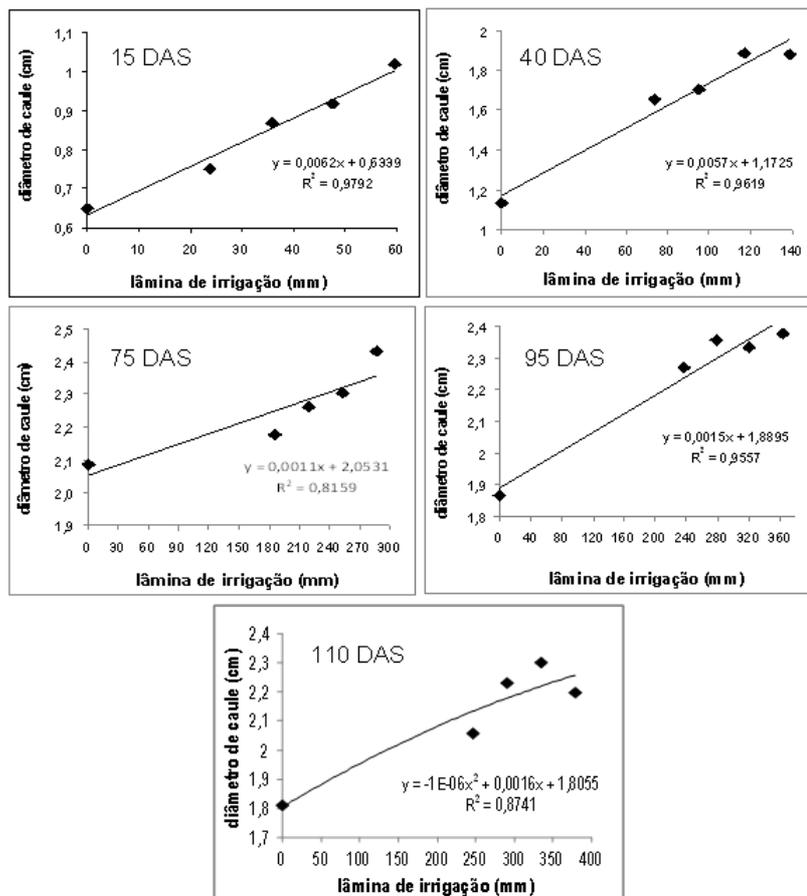
Outros autores, no entanto, recomendam que além da massa seca, outras variáveis sejam analisadas, não existindo consenso quanto à época de ensilagem (Gonçalves et al., 2005). Rezende et al. (2007) analisando duas épocas de corte, 95 e 110 DAS, em seis genótipos de girassol, observou que, de uma maneira geral, a porcentagem de proteína aumentou da primeira (95 DAS) para segunda época de corte (110 DAS), no entanto a digestibilidade *in vitro* diminuiu. Se o objetivo for produzir silagem, T4 é a melhor opção, independente da época de corte (95 ou 110 DAS), pois produziu maior quantidade de matéria seca em ambas as ocasiões (Figura 5).



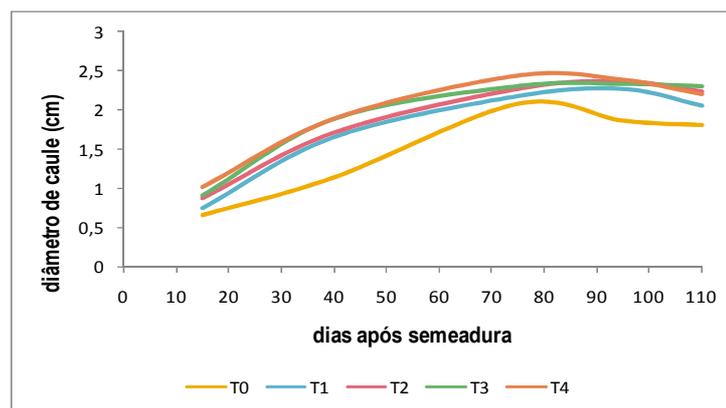
**Figura 5.** Massa seca ao longo do ciclo em função dos tratamentos.

Analisando as Figuras 3 e 5, pode-se observar que o ponto de maior acúmulo de massa seca (95 DAS - Figura 5) ocorre justamente após a atenuação de crescimento das plantas (75 DAS - Figura 3), podendo ser explicado pelo processo de redistribuição de assimilados da fitomassa (fonte) para a produção de aquênios (dreno). A partir dos 95 DAS, estágio de desenvolvimento R8, inicia-se o processo de maturação fisiológica dos aquênios e senescência da cultura com conseqüentemente paralisação do acúmulo da massa seca.

Para o diâmetro de caule, em todas as fases fenológicas houve uma resposta linear à irrigação, exceto na fase de maturação, onde pareceu mais adequado o ajuste quadrático (Figura 6). Aos 95 DAS, todos os tratamentos irrigados apresentavam valores de diâmetro de caule ainda superiores em comparação aos valores obtidos aos 75 DAS (Figura 7) e, em seguida, esses valores diminuem até o fim do ciclo (senescência), aos 110 DAS. A testemunha (T0 - sem irrigação) inicia antes o processo de redução de diâmetro, aos 75 DAS.



**Figura 6.** Diâmetro de caule em função da lâmina de irrigação: (15 DAS) estabelecimento; (40 DAS) desenvolvimento vegetativo; (75 DAS) florescimento; (95 DAS) frutificação; (110 DAS) maturação.



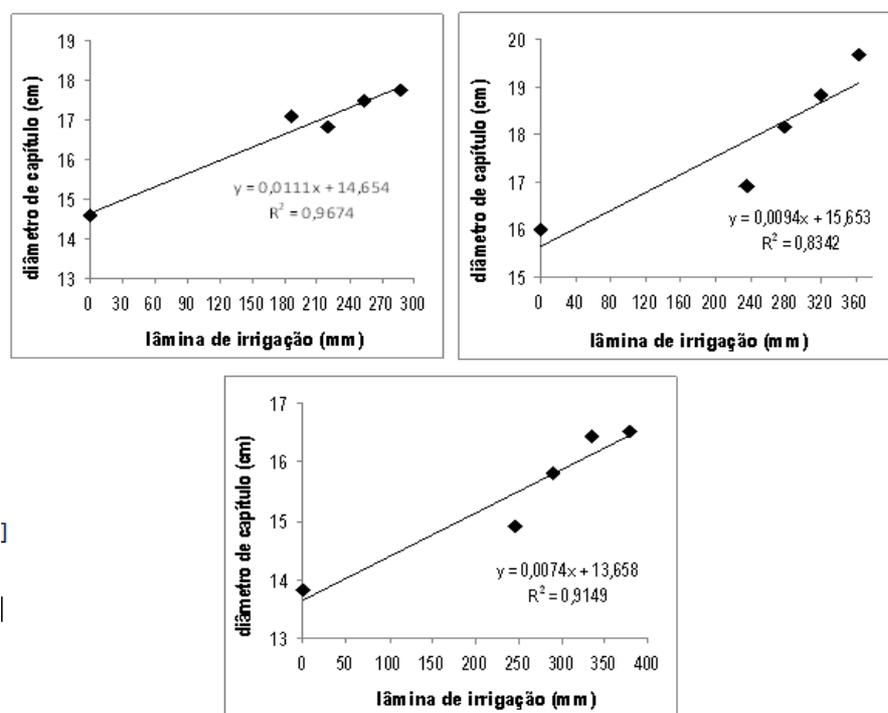
**Figura 7.** Diâmetro de caule ao longo do ciclo em função dos tratamentos.

Aos 95 DAS, o diâmetro médio de caule dos tratamentos irrigados atingem o valor máximo, da ordem de 2,33 cm, enquanto nesta ocasião, o tratamento sem irrigação apresenta diâmetro médio de caule igual a 1,87 cm, inferior, portanto, aos 75 DAS, em que o diâmetro de caule da testemunha foi igual a 2,09 cm e dos demais tratamentos, 2,29 cm. Segundo Castro & Farias (2005), o desenvolvimento do caule é o componente que mais influencia o

acúmulo de matéria seca. O adiantamento de T0 em reduzir o diâmetro do caule se deu num processo de alongamento durante a fase de florescimento, ou seja, dos 40 aos 75 DAS (Figura 3), mantendo o acúmulo de massa seca ainda durante a fase posterior, frutificação, dos 75 aos 95 DAS (Figura 5), enquanto, nos tratamentos irrigados já se percebe uma tendência de diminuição da taxa de acumulação de massa seca. O alongamento e a recuperação da massa seca podem ser visualizados ainda por meio das Figuras 2 (75 DAS) e 4 (95 DAS), respectivamente, onde nota-se a inexistência de diferenças significativas entre os tratamentos. A escassez de chuvas ocorrida principalmente durante as fases iniciais (estabelecimento e desenvolvimento vegetativo) pode ter estimulado tais comportamentos em T0, recuperação da altura de planta com conseqüente redução do diâmetro de caule e posterior recuperação de massa seca. A cultura do girassol tende a aprofundar as raízes quando a água passa a ser um fator limitante, recuperando parcialmente o desenvolvimento inicialmente prejudicado. Trabalho conduzido por Gomes (2005) observou uma concentração maior de raízes entre 20 cm e 80 cm de profundidade para cultivo de girassol sob restrição hídrica nas fases iniciais.

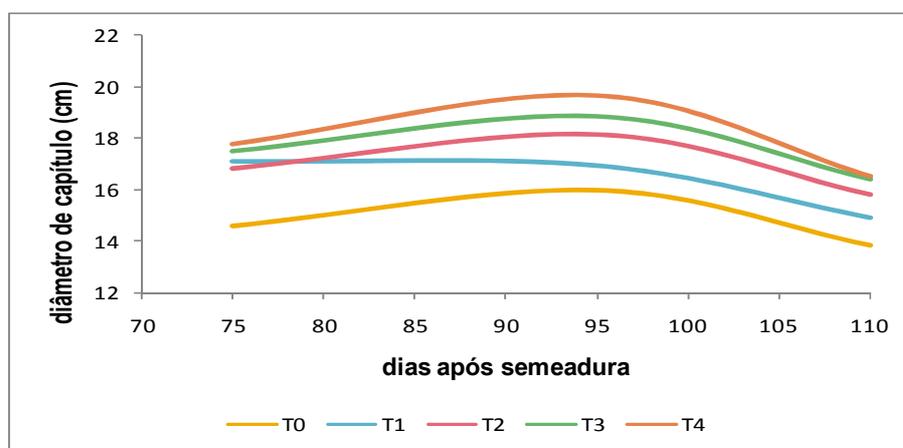
No final do ciclo, aos 110 DAS, o maior diâmetro foi obtido por meio do tratamento 3 (T3), igual a 2,30 cm. Este diâmetro foi superior ao encontrado por Biscaro et al. (2008), igual a 1,84 cm. Os autores encontraram este resultado para as condições de Cassilândia – MS, semeadura no mês de março, utilizando o mesmo genótipo (H 358) com irrigação baseada nos valores de coeficientes de cultura da literatura. O tratamento sem irrigação obteve valor de diâmetro de caule mais próximo deste trabalho, igual a 1,81 cm.

O diâmetro de capítulo respondeu às lâminas de irrigação de maneira linear tanto no florescimento, como na frutificação e maturação (Figura 8), com valores de 17,7 cm, 19 cm e 16,8 cm, respectivamente, para o tratamento 4 (T4). Os maiores valores de diâmetro de capítulo ocorreram aos 95 DAS em todos os tratamentos (Figura 9).



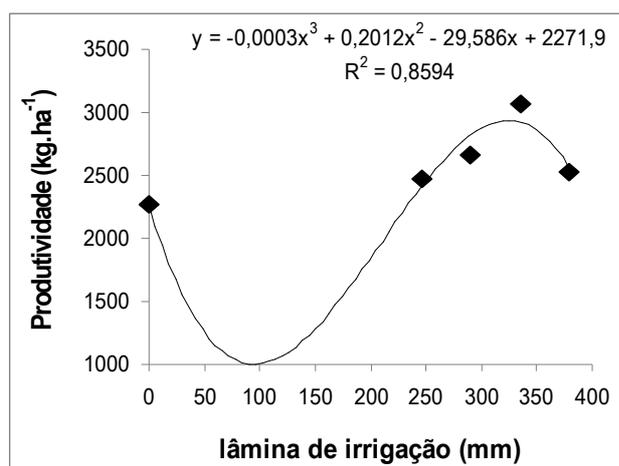
**Figura 8.** Diâmetro de capítulo em função da lâmina de irrigação: (75 DAS) florescimento; (95 DAS) frutificação; (110 DAS) maturação.

Considerando que a testemunha recebeu uma lâmina de água considerável por meio das chuvas durante as fases de florescimento e frutificação, 229,9 mm e 71,4 mm, respectivamente, esse resultado discorda do encontrado por Gomes (2005), onde suplementações hídricas nestas fases foram suficientes para promover diâmetros de capítulos idênticos ao tratamento que recebeu lâminas de irrigação adequadas em todas as fases. Há que se considerar, no entanto, que a suplementação hídrica do trabalho conduzido por Gomes (2005) se deu de maneira contínua por meio de um lisímetro de nível constante. Trabalho realizado por Silva et al. (2007) também respondeu de forma linear o diâmetro de capítulo em relação as lâminas de irrigação, onde o maior diâmetro de capítulo, medido no momento da colheita, da ordem de 18 cm, foi obtido com a aplicação da maior lâmina de irrigação, 522,14 mm durante o ciclo, lâmina essa baseada em coeficientes de cultura 30% superiores aos recomendados pela literatura.



**Figura 9.** Diâmetro de capítulo ao longo do ciclo em função dos tratamentos.

A produtividade respondeu de maneira cúbica às lâminas de irrigação (Figura 10). A maior produtividade,  $3063 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , foi alcançada no tratamento 3 (T3) com a utilização dos seguintes coeficientes de cultura: 0,4, 0,8, 1,2, 0,8 e 0,4, nas fases 1,2,3,4 e 5, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Gomes (2005), onde a maior produtividade, igual a  $1860 \text{ kg ha}^{-1}$ , foi obtida com valores de coeficiente de cultura semelhantes: 0,4, 0,75, 1,1, 0,8 e 0,6. O experimento foi conduzido no município de Limeira – SP, em solo arenoso, com sementeira no mês de junho, utilizando o genótipo M-742. Esses valores se assemelham aos recomendados por Doorembos e Kassam (1994). Diferentemente, Silva et al. (2007), em Lavras – MG, em solo de textura argilosa, com sementeira no mês de março do genótipo H-250, encontraram maior produtividade, igual a  $2863 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , no tratamento que aplicou lâmina de irrigação superior a recomendada pela literatura, com base em coeficientes de cultura 30% superiores. Esses resultados demonstram a importância da determinação de coeficientes de cultura para diferentes condições edafoclimáticas e genótipos específicos (Pereira et al., 2005).



**Figura 10.** Produtividade em função da lâmina de irrigação.

A produtividade foi expressiva mesmo no tratamento que não recebeu a irrigação, com 2271 kg.ha<sup>-1</sup>, rendimento este superior à média nacional de 1500 kg ha<sup>-1</sup> (Agriforum, 2008) e até mesmo superior às produtividades de alguns trabalhos da cultura do girassol sob irrigação (Gomes, 2005; Biscaro et al., 2008). Segundo Dall'Agnol et al. (2005), a razão da baixa produtividade brasileira é o baixo uso de tecnologias na produção, já que o girassol é tratado como uma cultura secundária. Em áreas experimentais a produtividade média pode atingir valores entre 2500 e 3000 kg ha<sup>-1</sup>. Em lavouras tecnicamente bem conduzidas, os rendimentos chegam a atingir valores da ordem de 2400 kg ha<sup>-1</sup>. Todos os tratamentos tiveram produtividades relevantes. Em T1, T2 e T4, as produtividades foram iguais a 2441, 2528 e 2488 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De maneira geral, a resposta linear às lâminas de irrigação, ou seja, os maiores valores dos componentes de produção encontrados no tratamento 4 (T4), em todas as fases, não refletiu em produtividade superior. Isto pode ser atribuído ao fato do girassol ser inapto para regular seu consumo de água (Ungaro, 1986).

As densidades do solo tomadas em diferentes profundidades foram realizadas devido à sensibilidade do girassol a compactação. Segundo Kiehl (1979) valores adequados de densidade para solos arenosos devem estar compreendidos entre 1,2 e 1,4 g.cm<sup>-3</sup>. Todas as camadas de solo da área experimental apresentaram valores superiores, 1,43 g cm<sup>-3</sup>, 1,53 g cm<sup>-3</sup> e 1,41 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente, para as camadas de 0 - 20 cm, 20 - 40 cm e 40 - 60 cm. No entanto, Lima et al. (2007) afirmam que para solos arenosos as densidades críticas ao desenvolvimento vegetativo das culturas iniciam a partir de um valor da ordem 1,75 g cm<sup>-3</sup>. Segundo Castro & Farias (2005), solos compactados limitam o crescimento vertical da cultura do girassol com conseqüente redução do desenvolvimento vegetativo. A situação pode se agravar ainda mais com a ocorrência de déficit hídrico. Não se percebeu limitação de desenvolvimento vegetativo em função da compactação ou déficit hídrico neste trabalho. As chuvas ocorridas (Figura 1), principalmente durante os períodos de florescimento e frutificação (40 - 95 DAS) fizeram com que o tratamento sem irrigação recuperasse o desenvolvimento inicialmente prejudicado. Fato este que pode ser visto por meio das Figuras 3 e 5, onde percebe-se recuperação da altura de planta e da massa seca, respectivamente, aos 75 DAS e 95 DAS. Certamente, tal recuperação só foi possível devido ao fato de não haver qualquer camada de impedimento suficiente para reduzir o desenvolvimento das raízes e as águas das chuvas que atingiram as camadas mais profundas do solo puderam ser aproveitadas.

## 6 CONCLUSÕES

A semeadura direta da cultura do girassol realizada nas condições edafoclimáticas deste experimento não revelaram a necessidade de manejar a irrigação com valores de coeficientes de cultura diferentes dos recomendados pela FAO, a menos que o objetivo seja a produção de matéria seca. Neste caso, a adoção de coeficientes de cultura um décimo acima dos propostos como limites superiores pela FAO obteve o melhor resultado.

Não houve baixa produtividade da cultura do girassol com ausência de irrigação, no entanto, ficou demonstrada que a irrigação suplementar pode promover significativo incremento de produção, desde que estabelecidos valores de coeficientes de cultura adequados.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2008: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 502 p.
- ANDRADE, R. S. et al. Consumo relativo de água de feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 35-48, 2002.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 317-373.
- BISCARO, G. A. et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Manejo de plantas daninhas no girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 411-469.
- CARAMORI, P. H. et al. **Zoneamento agrícola do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2003, 76 p.
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 163-218.
- DALL'AGNOL, A. et al. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 1-14.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da irrigação no rendimento das culturas**. Tradução de H. R. GHEYI, A.A SOUZA, J.F. MEDEIROS. Campina Grande: Universidade Federal de Paraíba, 1994. 306p. (FAO irrigação e drenagem, n.33)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.

GONÇALVES, L. C. et al. Silagem de girassol como opção forrageira. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 123-143.

GOMES, E. M. **Parâmetros básicos para irrigação sistemática do girassol**. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas**: Curitiba, 2009.

Disponível em: <

[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Umuarama.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Umuarama.htm) >.

Acesso em: 10 mar. 2009.

KARAM, F. et al. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. **Agricultural Water Management**, v. 90, p.213–223, 2007.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264 p.

LIMA, C. L. R. et al. Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1166-1169, 2007.

PEREIRA, A. S. et al. **Compilação de coeficientes de cultura determinados em condições brasileiras**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <

[http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=downloads&d\\_op=getit&lid=34](http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=downloads&d_op=getit&lid=34) >. Acesso em: 10 jan. 2009.

REZENDE, A. V. et al. Valor nutritivo de silagens de seis cultivares de girassol em diferentes idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 896-902, 2007.

SILVA, M. L. O. et al. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p. 482-488, 2007.

UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 26 p. (Boletim Técnico n. 105).