



Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica

Reginaldo G. Nobre¹, Hans R. Gheyi², Frederico A. L. Soares³, Leandro O. de Andrade⁴ & Elka C. S. Nascimento⁵

RESUMO

O uso de água residuária na produção agrícola visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, economizando águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte nutritiva às plantas. Deste modo, avaliaram-se a produção do girassol sob irrigação com efluente doméstico e doses de adubo orgânico, em pesquisa conduzida em casa de vegetação da UFCG, entre julho e outubro de 2008. Usou-se o delineamento de blocos ao acaso testando-se 5 níveis de reposições das necessidades hídricas da cultura obtidas mediante balanço hídrico: 40, 60, 80, 100 e 120% e 4 doses de adubação orgânica (controle - 0, 0,7, 1,4 e 2,1% do peso de solo), em esquema fatorial 5 x 4, com 3 repetições. A adubação orgânica até a dose de 1,4% reduziu o número de dias necessários para iniciar o florescimento do girassol (IF) e, com 1,5%, proporcionou a maior altura das plantas. Com exceção do IF, a reposição da necessidade hídrica com água residuária favoreceu a altura de planta, fitomassa seca da parte aérea, diâmetro de capítulo externo e interno, fitomassa fresca de capítulo, número de aquênio por capítulo e fitomassa de aquênio por planta, sendo que os maiores incrementos foram observados com reposição de 120%. O efluente doméstico constitui fonte potencialmente viável ao suprimento hídrico do girassol, cv. Embrapa 122/V-2000.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., água residuária, produtividade

Production of the sunflower under different depths of irrigation using domestic effluents and organic manure

ABSTRACT

The use of wastewater in agricultural production promotes the sustainability of the irrigated agriculture, saving non polluted surface waters maintaining the environmental quality and serving as a source of nutrients for plants. In this manner, an experiment was conducted under greenhouse conditions, at the UFCG, to study the production of the sunflower irrigated with domestic effluent and different levels of organic manure from July to October 2008. A randomized block design was used, with 5 levels of water necessity of the crop: 40, 60, 80, 100 and 120% determined by water balance study and 4 doses of organic manuring (control - 0, 0.7, 1.4 and 2.1% on weight bars) arranged in 5 x 4 factorial design, with 3 repetitions. The organic manure until the dose of 1.4% reduced the number of days for blooming of the sunflower (IF) and with 1.5% promoted maximum plant height. With the exception of IF the levels of water reposition favored the height of plant, dry weight of the aerial part, diameter of external and internal capitulum, fresh phytomass of the capitulum, number of achenes and dry weight of achenes per plant, the highest being observed with 120% replacement level. The wastewater is a potentially viable source of water supplement for sunflower, cv. Embrapa 122/V-2000.

Key words: *Helianthus annuus* L., wastewater, productivity

¹ Bolsista PRODOC/CAPPES. Atualmente Professor UFCG/Pombal, PB. Av. Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Bodocongó, Campina Grande, PB. Fone: (83) 8760-8023, E-mail: rgomesnobre@yahoo.com.br

² UAEA/UFCG. Atualmente Prof. Visitante UFRB, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br.

³ Bolsista PNPd/CNPq/UAEA/CTRN/UFCG. E-mail: fredalsoares@hotmail.com

⁴ Doutorando Engenharia Agrícola UAEA/UFCG. E-mail: leandro.ufcg@hotmail.com

⁵ Graduanda, Engenharia Agrícola, Bolsista IC/CNPq UAEA/UFCG. E-mail: elka_costa@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) se destaca entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível, atrás apenas da soja, do algodão, da colza e do amendoim. Em termos de produção de grão, o Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol, tendo participado com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos (Fagundes, 2002); observa-se, no entanto, que a produtividade vem sendo ampliada a cada ano de modo que, entre 2000 e 2004, houve um aumento na produção de girassol (grão) no Brasil, de 29 mil toneladas para 85,3 mil toneladas e a área colhida aumentou 48%, passando de 37 mil para 54,7 mil hectares, no mesmo período (Agrianual, 2005).

Segundo Lopes et al. (2009) o girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, como matéria-prima para a produção de biocombustível, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas.

A urbanização, expansão agrícola, industrialização e degradação do meio ambiente, estão contribuindo para a redução da disponibilidade hídrica existente na natureza, tanto em quantidade como em qualidade. Segundo Rijsberman (2006), no século XX a população mundial triplicou ao passo que o consumo de água aumentou em seis vezes. A conclusão de diversos estudos aponta que dois terços da população mundial serão afetados pela escassez de água nas próximas décadas.

Atualmente, 18% da área agricultável em todo mundo, cerca de 275 milhões de hectares, são irrigados. Esta mesma parcela é responsável pela produção de 42% dos alimentos consumidos pelo homem (Christofidis, 2002). No Brasil, cerca de 5% da área cultivada são irrigadas (aproximadamente 3 milhões de hectares), respondendo por 16% da produção agrícola (Brito et al., 2002); entretanto, esta consome cerca de 68% de água e, devido ao crescimento dessas áreas, referido valor pode chegar a 80% nos próximos dez anos, aumentando os conflitos na grande maioria das bacias hidrográficas brasileiras, especialmente naquelas com desenvolvimento agrícola e urbano significativo (Hespanhol, 2003).

Uma das alternativas para amenizar tais problemas em muitas regiões, tem sido o uso de águas de qualidade inferior para os mais variados setores da sociedade como, por exemplo, a utilização de água residuária na agricultura e indústria.

Na América Latina mais de 500.000 ha são irrigados com águas residuárias sem tratamento, em sua maior parte, destacando-se a cidade do México, onde $108 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ são aproveitados na irrigação de cultivos diversos. Grande parte desse volume ($3,4 \text{ km}^3$ anuais) não recebe tratamento nenhum (91,8%) e são utilizados em 26 distritos de irrigação (Cavallini, 2002).

A região semiárida do Nordeste do Brasil é caracterizada pela baixa fertilidade natural dos solos (Menezes & Oliveira, 2008) e o uso de adubos inorgânicos é pouco frequente devido ao limitado poder aquisitivo da maioria dos agricultores. Desta forma, a adoção de adubação orgânica como esterco de bovinos e caprinos, entre outros, torna-se uma alternativa

interessante visto a facilidade de obtenção e o custo relativamente baixo. Segundo Hoffmann et al. (2001), os principais benefícios do uso de esterco animal são: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes, aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água no solo como também aumento da capacidade de troca de cátions.

São escassos os estudos que visam ao uso de água residuária como alternativa agrícola para a região semiárida nordestina, assim como a identificação de fontes e dosagens de adubação orgânica que favoreçam o desenvolvimento das culturas agrícolas. Desta forma, realizou-se a presente pesquisa objetivando-se avaliar a produção do girassol irrigado com águas residuárias de origem urbana sob diferentes doses de adubo orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre julho e outubro de 2008, em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, vinculada ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG – PB), Campina Grande, PB. O local se situa a $7^{\circ}12'88''$ de latitude Sul, $35^{\circ}54'40''$ de longitude Oeste e altitude de 532 m; o clima da região, conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (Coelho & Sincin, 1982), é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5×4 , com três repetições e tendo uma planta por parcela experimental; os tratamentos eram constituídos de cinco níveis de reposição da necessidade hídrica (NH) da cultura com água residuária (40, 60, 80, 100 e 120%) e quatro doses de adubação orgânica (controle - 0, 0,7, 1,4 e 2,1% em base peso) utilizando-se, como fonte, o esterco bovino curtido.

A cultura utilizada foi o girassol variedade Embrapa 122/V-2000, cujas sementes foram fornecidas pela Embrapa Soja, escritório de negócios de Dourados, MS.

Os vasos plásticos de 23 L de capacidade empregados no trabalho, foram preenchidos com 0,2 kg de brita (número zero) a qual cobria a base e 20 kg de material de solo denominado Neossolo tipo franco-arenoso, não salino e não sódico, proveniente de uma área do distrito de São José da Mata, município de Campina Grande, PB. As características físicas e químicas do solo utilizado (Tabela 1) foram determinadas conforme metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997). Os vasos possuíam furos na base para permitir a drenagem, sendo que 12 desses recipientes eram tidos como lisímetro de drenagem, com o intuito de se estimar o consumo da cultura; esses recipientes possuíam uma mangueira de 12 mm de diâmetro conectando à sua base a um recipiente (2 L), para acompanhamento do volume drenado.

O esterco bovino, usado conforme os tratamentos, foi curtido previamente e misturado aos 20 kg de material de solo.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Característica	Valor
Classificação textural	Franco-arenoso
Densidade aparente, kg dm ⁻³	1,41
Porosidade, %	83,4
Retenção de água, g kg ⁻¹	
Água disponível	34,0
Capacidade de campo	67,8
Ponto de murchamento	33,8
Extrato de saturação, mmol _c L ⁻¹	
Cálcio	2,87
Magnésio	1,38
Sódio	1,45
Potássio	0,60
Cloro	4,50
Carbonato	0
Bicarbonato	2,30
Sulfato	Presente
pHps	4,60
CEes, dS m ⁻¹	0,74

Determinou-se, antes da semeadura, o volume de água necessário para o solo atingir a capacidade de campo, através do método de saturação por capilaridade, seguida de drenagem livre e se aplicando água residuária de origem doméstica.

Em 23 de julho de 2008 realizou-se semeio, a uma profundidade de 5 cm, utilizando-se dez sementes por vaso, distribuídas de forma equidistante. A emergência das plântulas se iniciou no terceiro dia após o semeio (DAS) e continuou até o décimo terceiro sendo que, aos 15 DAS, efetuou-se o desbaste deixando-se apenas duas plantas por vaso, isto é, as de melhor vigor.

A água utilizada no trabalho era oriunda do córrego 'Monte Santo', que passa pela área experimental, proveniente de bairros próximos ao Campus da UFCG, cujas características químicas determinadas pelo LIS se encontram na Tabela 2, Além de captada por um conjunto motobomba e armazenada em tonel de PVC de 200 L de capacidade; a água foi submetida a uma filtragem no ponto de captação usando-se tela de náilon de 2 mm de diâmetro.

Até os 18 DAS, as irrigações eram realizadas com um volume de 300 mL por vaso, a cada dois dias e sempre às 17 h. Após este período irrigou-se a cultura com base na diferença entre o volume médio aplicado aos vasos e o drenado nos lisímetros do tratamento a 120% de NH. O turno de rega adotado após 18 DAS foi de dois dias, sendo que, no dia anterior ao da irrigação (17 h), foram irrigados apenas os lisímetros dos tratamentos L5 e, no dia seguinte, se coletava a drenagem (7 h), para então

calcular os volumes a serem aplicados conforme cada tratamento.

Aos 95 DAS fez-se a suspensão da irrigação cujo critério empregado foi o estágio de maturação fisiológica dos grãos, ou seja, quando os grãos estavam com massa dura (Silva et al., 2007); nesta época, as plantas dos distintos tratamentos se encontravam no estágio fenológico R9 (capítulo inclinado para baixo, com dorso e brácteas com coloração entre amarelo e castanho).

Durante a condução do experimento eliminaram-se, manualmente, as plantas daninhas e se realizaram a escarificação superficial do solo e o tutoramento das plantas, além da pulverização, a cada 15 dias, com produtos indicados para controle preventivo de lagartas, mosca branca, minadora, cochoilha e de doenças fúngicas.

Adubações foliares foram feitas a cada 15 dias a partir do início da emissão das flores, com albatroz (N - 10%, P₂O₅ - 52%, K₂O - 10%, Ca - 0,1%, Zn - 0,02%, B - 0,02%, Fe - 0,15%, Mn - 0,1%, Cu - 0,02% e Mo - 0,005%) na proporção de 1 g do adubo para 1 L de água, aplicando-se 5 L, distribuídos nas plantas.

Para análise do efeito dos tratamentos sobre a produção do girassol foram mensurados altura de planta (AP), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), início do florescimento (IF), diâmetro de capítulo externo (DCe) e interno (DCi), fitomassa fresca de capítulo (FFcap), número de aquênios por capítulo (NA) e fitomassa de aquênios por planta (FA).

Determinaram-se, aos 100 DAS, a altura de planta e a fitomassa seca da parte aérea, em que a AP foi definida mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção do capítulo; já a FSPA foi avaliada após secagem em estufa com ventilação forçada de ar, a 65 °C, até a obtenção de peso constante.

O início do florescimento (IF) foi determinado no momento (dia) em que a planta se encontrava no estágio fenológico R4 (Connor & Hall, 1997), ou seja, começo da abertura da inflorescência durante o estágio R5 (inflorescência completamente aberta), foram mensurados o DCe e o DCi.

A colheita foi feita aos 100 DAS, quando as plantas estavam no estágio fenológico R9; neste momento, o capítulo de cada planta foi cortado com o auxílio de um estilete e colocado imediatamente em saco plástico, fechando-se a abertura e o conduzindo, em seguida, para pesagem da FFcap e FA; para NA, consideraram-se apenas os de aparência e tamanho normais da variedade.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' e, nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e/ou quadrática utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (Lavras, MG) (Ferreira, 2000).

Tabela 2. Características químicas da água utilizada no experimento

pH	CEa (dS m ⁻¹)	P-Total	K	N-Total	Na	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}
8,16	1,128	3,654	30,072	29,8	172,2	62,88	44,06	0,013	0,078	0,001	0,022	4,166

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se não haver efeito significativo na interação entre os tratamentos (Tabela 3) para nenhuma variável estudada, o que indica independência dos fatores (níveis de reposição da necessidade hídrica e dose de adubação orgânica). Galbiatti et al. (2007) estudando os efeitos de adubação e qualidade de água de irrigação na cultura do alface, observaram que não houve interação significativa entre os fatores.

Tabela 3. Resumo do teste F para altura de planta (AP), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), início do florescimento (IF), diâmetro de capítulo externo (DCe) e interno (DCi), fitomassa fresca de capítulo (FFcap), número de aquênios por capítulo (NA) e fitomassa de aquênios (FA) por planta de girassol sob diferentes níveis de reposição da necessidade hídrica (NH) e doses de adubação orgânica (D)

Fonte de Variação	Teste F							
	AP (cm)	FSPA ¹ (g)	IF (dia)	DCe (cm)	DCi (cm)	FFcap ¹ (g)	NA ¹	FA ¹ (g)
Necessidade hídrica (NH)	**	**	ns	**	**	**	**	**
Reg. Linear	**	**	ns	**	**	**	**	**
Reg. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de Adubação (D)	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Linear	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Reg. Quadrática	*	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (NH x D)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11,13	11,50	7,09	11,05	16,59	20,69	17,31	11,13

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $< 0,05$; ¹ análise estatística realizada após transformação de dados em \sqrt{X} (FSPA, NA e FA) e $\sqrt{X+1}$ (FFcap)

Verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) da reposição da necessidade hídrica da cultura e adubação orgânica sobre a altura de planta (Tabela 3). Conforme equações de regressão referente à AP, o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear, indicando um acréscimo de 11,2% na AP por aumento de 20% da reposição da necessidade hídrica (Figura 1A), tendo alcançado uma AP de 159,8 cm quando submetida a 120% de NH. Biscaro et al. (2008) obtiveram, aos 45 dias após emergência, uma AP de 114,7 cm para a cultivar de girassol H 358, irrigada com água boa e aplicação de 72,9 kg ha⁻¹ de N, o que pode evidenciar, neste experimento com água residuária, um suprimento adequado de nitrogênio às plantas quando irrigadas com este tipo de água (Tabela 2).

Silva et al. (2007), avaliando o crescimento e a produtividade do girassol sob diferentes lâminas de água de boa qualidade, também notaram incremento na AP com maior disponibilidade hídrica no solo.

Com relação à fitomassa seca da parte aérea (FSPA), nota-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) apenas em relação à reposição da necessidade hídrica da cultura (Tabela 3). Constatou-se, com base na equação de regres-

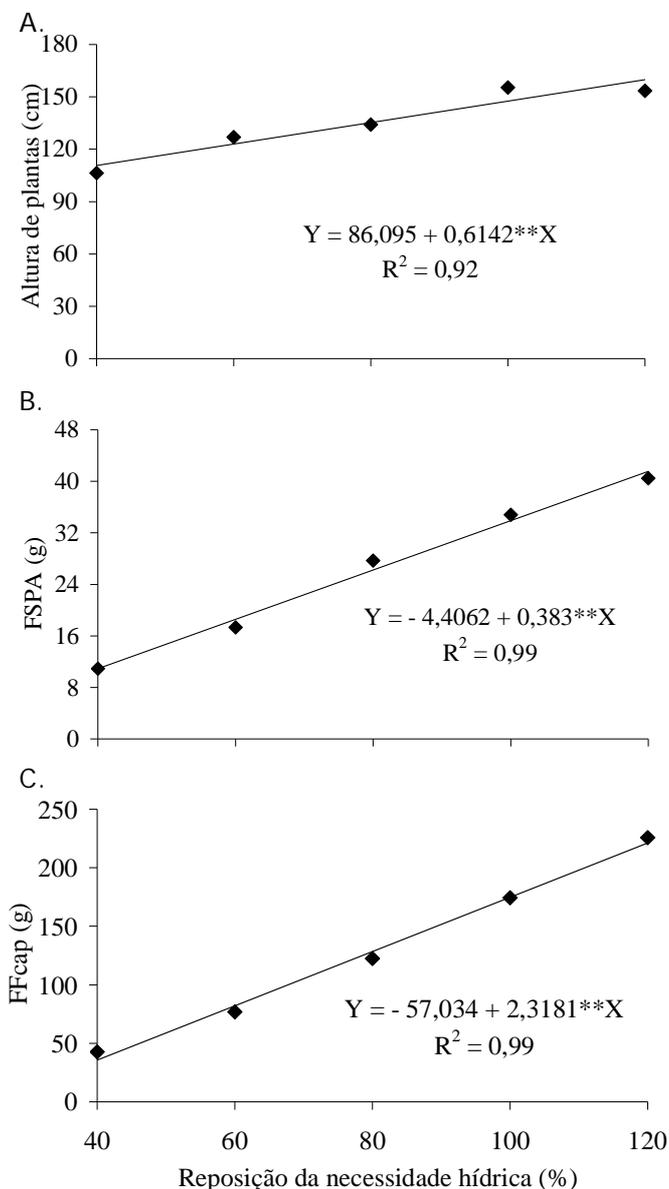


Figura 1. Altura de plantas (A), fitomassa seca da parte aérea – FSPA (B) e fitomassa fresca do capítulo – FFcap (C) de girassol em função da reposição da necessidade hídrica

são, resposta linear crescente com as reposições das necessidades hídricas aplicadas sobre a fitomassa seca da parte aérea (Figura 1B). Verificam-se acréscimos de 280,8% para FSPA das plantas sob 120% da NH em relação a 40% de NH, ou seja, incremento 70,2% por intervalo de 20% de NH. De acordo com Malavolta et al. (1997) a produção de matéria seca está intimamente associada à lâmina de água colocada à disposição da planta, o que denota o ocorrido neste experimento visto que, à medida em que se aumentou a reposição da necessidade hídrica, verificou-se acréscimo na FSPA.

A fitomassa fresca de capítulo foi afetada significativamente ($p < 0,01$), apenas pela reposição da necessidade hídrica da cultura (Tabela 3). Supõe-se que a adubação orgânica não promoveu efeito significativo sobre esta variável em razão da cultura ter usado a água residuária também como aporte de nutrientes. Bruginski & Pissaia

(2002) estudando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (0 a 125 kg ha⁻¹) sobre a cultura do girassol não constataram efeito significativo sobre a produção de massa seca de caule, pecíolo, folhas e capítulo e citam, neste caso, a presença de alto teor de matéria orgânica existente no solo como um dos fatores a contribuírem para este resultado.

Conforme estudos de regressão, o efeito foi linear, havendo incremento de 6,5% da FFcap por aumento unitário (%) da reposição hídrica (Figura 1C) alcançando, com 120% de NH, uma fitomassa de 225,71 g. Segundo Mello et al. (2004) a massa do capítulo constitui parâmetro importante na avaliação de genótipos de girassol para a produção de ensilagem, sendo preferível aqueles com percentual menor de caule e maior de folhas e capítulo.

Verifica-se, com base nos resultados da FFcap, a importância do suprimento hídrico para o desenvolvimento da planta e se supõe que o efluente doméstico contribuiu como fornecedor de nutrientes às plantas. Hussar et al. (2005) enfatizam a importância do uso de água residuária na agricultura a partir de resultados obtidos com a cultura da beterraba, em que as plantas irrigadas com água residuária obtiveram resultados estatisticamente iguais às que receberam adubação convencional.

Segundo Taiz & Zeiger (2004), o estresse hídrico na cultura de girassol afeta a fotossíntese e a expansão foliar. A expansão foliar é muito sensível à deficiência hídrica sendo completamente inibida sob níveis moderados de estresse, o que afeta severamente as taxas fotossintéticas e, em consequência, a produção de fitomassa da parte aérea.

Em relação à adubação orgânica, constata-se efeito quadrático (Figura 2A) e se nota que a maior altura (143,9 cm) se referiu à dosagem de 1,5%. Segundo Canellas et al. (2000) a matéria orgânica através das trocas iônicas, tem importância fundamental no suprimento de nutrientes às plantas, na ciclagem de nutrientes e na fertilidade do solo.

Observa-se haver uma pequena queda na altura das plantas quando submetidas a doses de esterco acima de 1,5%. Conforme Oliveira et al. (2009), elevados teores de esterco podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no desenvolvimento e produção final da cultura.

O início do florescimento foi afetado significativamente devido à adubação orgânica (Tabela 3). Com base nos estudos de regressão, o efeito das doses de adubo orgânico foi quadrático e decrescente sobre o IF (Figura 2B) ocorrendo nas plantas não adubadas organicamente, maior intervalo (54,8 dias) necessários para iniciar o florescimento.

Segundo EMBRAPA (2006) esta variedade é indicada para as regiões sul e central do Brasil, onde o início do florescimento ocorre aos 53 DAS; já nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, verifica-se (Figura 2B) que, a partir da dose 0,3% de adubação orgânica houve decréscimo no IF em comparação com a citação da Embrapa, alcançando o menor IF (49,74 dias) com dose

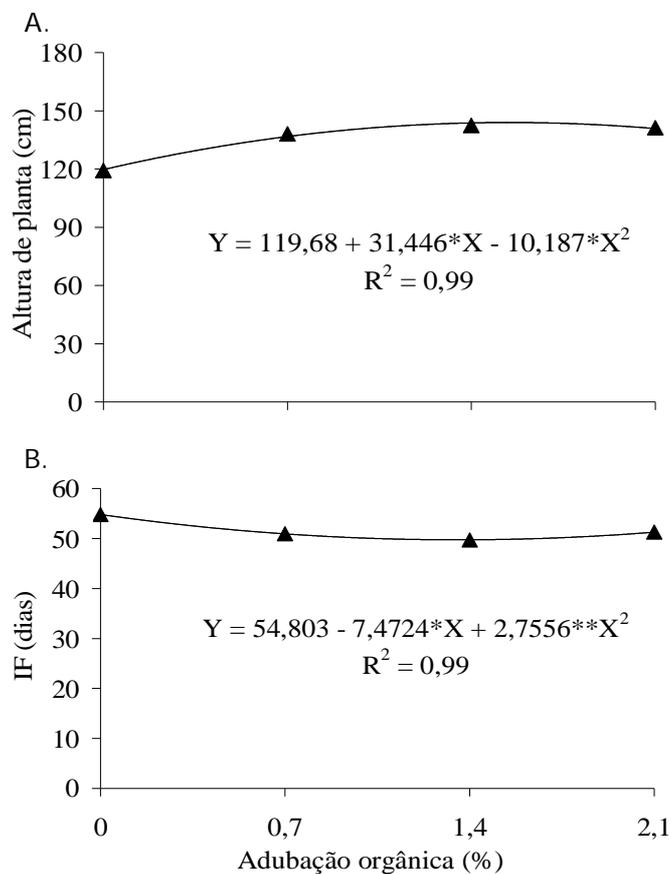


Figura 2. Altura de planta (A) e início de florescimento - IF (B) de plantas de girassol em função da adubação orgânica

igual a 1,4%. Esta divergência no IF ocorreu, possivelmente, influenciada pelo aporte de nutrientes (adubação orgânica e água residuária) e em virtude das condições climáticas locais.

O fator reposição da necessidade hídrica afetou significativamente ($p < 0,01$) os diâmetros de capítulo externo e interno (Tabela 3). Observa-se, conforme equações de regressão, resposta linear crescente com as reposições hídricas aplicadas sobre o DCE e DCi (Figura 3A e B, respectivamente); notam-se acréscimos de 0,5% do DCE e 0,6% para o DCi por aumento unitário da reposição hídrica (%), ou seja, incremento de 37,6 e 48,8%, respectivamente, no intervalo de 40 a 120% de NH. Segundo Lobo & Grassi Filho (2007) o diâmetro do capítulo tem implicações diretas sobre o número potencial de aquênios, componente essencial da produtividade. Os autores citam, ainda, com base em ensaio realizado com a cultura do girassol, que é possível substituir o nitrogênio proveniente de adubação mineral por N contido em lodo de esgoto, devido ao aumento do diâmetro de capítulo, produtividade de grãos, rendimento de óleo e matéria seca, obtidos no experimento.

Corroborando com o resultado do presente estudo, Silva et al. (2007) trabalhando com a cultura do girassol sob diferentes lâminas de irrigação, também observaram que o incremento hídrico contribuiu para o aumento do diâmetro externo e interno do capítulo e obtiveram, para as cultivares 'Hélio 250' e 'Hélio 251', respectivamente, DCE igual a 16,9 e 17,6

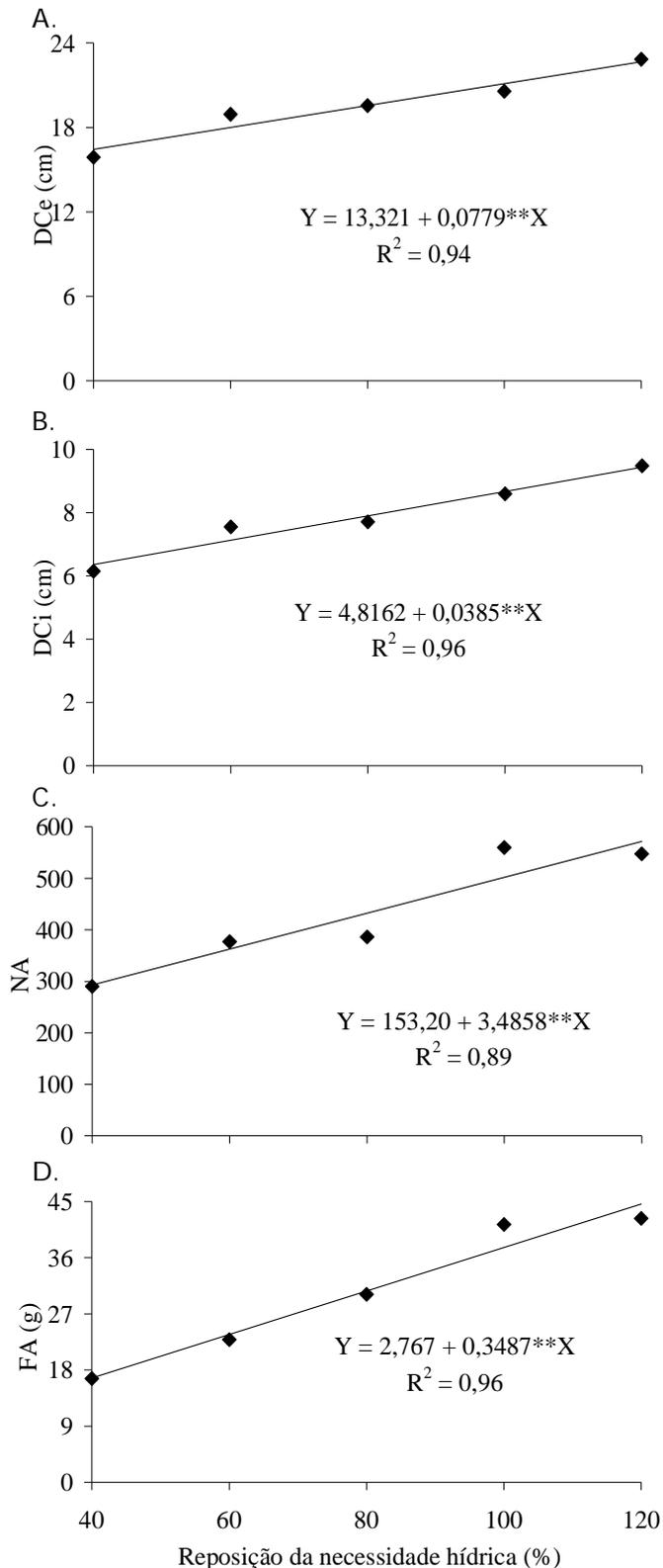


Figura 3. Diâmetro de capítulo externo (A) e interno (B), número de aquênios por capítulo (C) e fitomassa de aquênios por planta (D) de girassol em função da reposição da necessidade hídrica

cm, assim como DCi médio de 7,2 cm, com lâmina de 130% de reposição da evaporação do tanque Classe A (ECa). Esses valores são inferiores aos encontrados no presente trabalho com lâmina igual a 120%, devido, possivelmen-

te, ao maior aporte de nutrientes disponibilizados pela água residuária e/ou em função de características próprias da cultivar. Observa-se, em ambos os trabalhos, que o incremento hídrico favoreceu o crescimento do capítulo.

Pode-se observar na Tabela 3, que o fator adubação orgânica não influenciou, de forma significativa, o DCE nem o DCi. Diferentemente, Biscaro et al. (2008) avaliando a resposta da cultura do girassol irrigado sob diferentes doses de nitrogênio, constataram que a aplicação de N até a dosagem de 44,9 kg ha⁻¹ resultou em aumento do diâmetro do capítulo.

O número de aquênios por capítulo é o parâmetro mais adequado para se avaliar o rendimento da cultura do girassol (Mercau et al., 2001) além de refletir a ação dos nutrientes na fase crítica de diferenciação floral, que determina o número potencial de flores (Zagonel & Mundstock, 1991). Observa-se, na Tabela 3, que houve efeito significativo ($p < 0,01$) apenas do fator reposição hídrica, sobre esta variável.

Analisando-se os efeitos das lâminas sobre o número de aquênios por capítulo, vê-se que o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor, foi o linear (Figura 3C) com incremento do NA de 1,2% por aumento unitário em percentual da necessidade de reposição hídrica promovendo a produção de 571,5 grãos por capítulo com a lâmina de 120%. Conforme Castro et al. (2006) plantas híbridas de girassol 'Morgan 738' expostas a déficit hídrico, principalmente a partir do início do florescimento, tendem a reduzir a produção de matéria seca total, de aquênio e de óleo.

Carvalho & Pissaia (2002) em experimento com o híbrido de girassol 'M 734', obtiveram 499 aquênios por capítulo usando dosagem de 50 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura sob plantio direto na palha. Desta forma, pode-se denotar que o aumento na disponibilidade de água residuária para a cultura serviu, também, como fornecedor de maior quantidade de nutrientes, contribuindo com a produção do NA.

Quanto à fitomassa de aquênios por capítulo (FA), verifica-se que o fator reposição hídrica foi o único a influenciar significativamente ($p < 0,01$) esta variável (Tabela 3). O incremento nas proporções hídricas contribuiu para o aumento da fitomassa dos aquênios de girassol em que, com a lâmina de 40 e 120%, as plantas tiveram, respectivamente, FA igual a 16,7 e 42,3 g, ou seja, taxa superior a 150%. Vê-se, conforme equações de regressão (Figura 3D), que os dados se ajustaram melhor ao modelo linear, ocorrendo acréscimo de 2,1% da FA por elevação unitária em percentual da necessidade de reposição hídrica.

Castro et al. (2006) constataram, em estudo com girassol (híbrido Morgan 738) que o estresse hídrico contribuiu para a redução da fitomassa dos aquênios verificando, em plantas sob estresse hídrico, uma massa por capítulo igual a 14,0 g e, nas sem estresse, 30 g; já Silva et al. (2007), trabalhando em condições de campo no período de entressafra, na região de Lavras, MG, não notaram diferenciação na FA em plantas de girassol sob lâminas variando de 117,2 a 522,14 mm. Segundo Menezes & Marchezan (1991) o estresse hídrico tende a reduzir o tamanho das sementes e, conseqüentemente, a FA também tende a decrescer.

CONCLUSÕES

1. Os efeitos da reposição hídrica e adubação orgânica sobre o girassol ocorreram de forma independente.
2. A adubação orgânica na dosagem de 1,5% proporcionou a maior altura, assim como até a dosagem de 1,4%, houve ligeira redução no número de dias necessários para iniciar a floração do girassol.
3. A reposição da necessidade hídrica com água residuária favoreceu as variáveis: altura de planta, fitomassa seca da parte aérea, diâmetro de capítulo externo e interno, fitomassa fresca de capítulo, número de aquênios por capítulo e fitomassa de aquênios por planta, cujos maiores incrementos foram observados com reposição de 120%.
4. O uso de efluente doméstico constitui fonte potencialmente viável ao suprimento hídrico de plantas de girassol, cv. Embrapa 122/V-2000.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão do auxílio financeiro e bolsa PRODOC ao primeiro autor, para realização deste trabalho, e à Embrapa Soja, escritório de negócios de Dourados, MS, pelo fornecimento das sementes de girassol.

LITERATURA CITADA

- Agrianual – Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP consultoria e comércio, 2005. 520p.
- Biscaro G. A.; Machado, J. R.; Tosta, M. da S.; Mendonça, V.; Serratto, R. P.; Carvalho, L. A. de. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS, *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.
- Brito, R. A. L.; Couto, L.; Santana, D. P. Agricultura irrigada, recursos hídricos e produção de alimentos. *Revista ITEM*, n.55, p.64-69, 2002.
- Bruginski, D. H.; Pissaia, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – Morfologia da planta e partição de massa seca. *Scientia Agrária*, v.3, n.2, p.47-53, 2002.
- Canellas, L. P.; Berner, P. G.; Silva, S. G. da; Silva, M. B.; Santos, G. de A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma toposequência no Estado do Rio de Janeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.133-143, 2000.
- Carvalho, D. B.; Pissaia, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha. *Scientia Agrária*, v.1/2, p.41-45, 2002.
- Castro, C. de; Moreira, A.; Oliveira, R. F. de; Dechen, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.2, p.214-220, 2006.
- Cavallini, J. M. Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales em América Latina: Realidad y potencial. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28, 2002, Cancun. Anales... Cancun, 2002.
- Christofidis, D. Irrigação: A fronteira hídrica na produção de alimentos. *ITEM*, n.54, p.46-55, 2002.
- Connor, J. D.; Hall, A. J. Sunflower physiology. In: Schneider, A. A. (ed.). *Sunflower technology and production*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1997. p.113-181. Series of Monographs, 35.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Girassol Embrapa 122/V-2000. Londrina: Embrapa Soja, 2006. Folder n. 04/2006.
- Fagundes, M. H. Sementes de girassol: <http://www.conab.gov.br>. 5 Out. 2002.
- Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2.ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.
- Galbiatti, J. A.; Cavalcante, Í. H. L.; Ribeiro, A. G.; Beckmann-Cavalcante, M. Z. Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alface. *Scientia Agraria*, v.8, n.2, p.185-192, 2007.
- Hespanhol, I. Saúde pública e reúso agrícola de esgotos e biosólidos. In: Mancuso, P. C. S.; Santos, H. F. dos (ed.). *Reúso de águas*. Barueri: Manole, 2003. p.97-124.
- Hoffmann, I.; Gerling, D.; Kyiogwom, U. B.; Mané-Bielfeldt, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.86, n.3, p.263-275, 2001.
- Hussar, G. J.; Paradela, A. L.; Bastos, M. C.; Reis, T. K. B.; Jonas, T. C.; Serra, W.; Gomes, J. P. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba. *Engenharia Ambiental*, v.2, n.1, p.35-45, 2005.
- Lobo, T. F.; Grassi Filho, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. *Revista Ciencia del Suelo e Nutrición Vegetal*, v.7, n.3, p.16-25, 2007.
- Lopes, P. V. L.; Martins, M. C.; Tamai, M. A.; Oliveira, A. C. B. de.; Carvalho, C. G. P. de. Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. Comunicado Técnico, 208.
- Malavolta, E.; Vitti G. C.; Oliveira S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. 2.ed. Piracicaba: Potafos. 1997. 319p.
- Mello, R.; Nörnberg, J. L.; Rocha, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, n.1, p.87-95, 2004.
- Menezes, N. L. de; Marchezan, E. Qualidade de sementes de girassol. *Ciência Rural*, v.21, n.3, p.337-351, 1991.
- Menezes, R. S. C.; Oliveira, T. S. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.251-257, 2008.
- Mercau, J. L.; Sadras, V. O.; Satorre, E. H.; Messina, C.; Baibi, C.; Uribelarrea, M.; Hall, A. J. On-farm assessment of regional and seasonal variation in sunflower yield in Argentina. *Agricultural Systems*, v.67, n.2, p.83-103, 2001.
- Oliveira F. de A. de; Oliveira Filho, A. F. de; Medeiros, J. F. de; Almeida Júnior, A. B. de; Linhares, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. *Revista Caatinga*, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

- Rijsberman, F. R. Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, v.80, p.5-22, 2006.
- Silva, M. de L. O. E.; Farias, M. A. de; Morais, A. R. de; Andrade, G. P.; Lima, E. M. de C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.5, p.482-488, 2007.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 613p.
- Zagonel, J.; Mundstock, C. M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.1487-1492, 1991.