

PRODUÇÃO DO GIRASSOL *Helianthus annuus* L. IRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO¹

Daniel da Costa Dantas²; Ênio Farias de França e Silva³; Raline Ferreira de Melo⁴ Pedro Robinson Fernandes de Medeiros⁵

RESUMO – Considerando a cultura do girassol como uma das principais alternativas de uso no programa de energia renovável no semiárido brasileiro, e devido à carência de resultados de pesquisas relativos ao seu cultivo com água residuária, objetivou-se com este trabalho avaliar as variáveis de produção do girassol cv. Helio 250 irrigado com águas residuárias tratadas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro tipos de água, A₁ – efluente tratado por reator anaeróbico UASB, A₂ – efluente tratado por filtragem anaeróbica e decanto digestor, A₃ – efluente tratado por filtragem anaeróbica, e A₄ - água de abastecimento, o segundo fator foi lâmina de irrigação, L₁ - 1ETc e L₂ - 1,11ETc, com 4 repetições. A fertirrigação da cultura do girassol com água residuárias tratadas proporcionaram benefícios agrônômicos diretos que puderam ser observados com o incremento de massa das variáveis analisadas. Não observou-se efeito das lâminas de irrigação nas variáveis analisadas podendo este resultado ter sido influenciado pela precipitação pluviométrica ocorrida durante o experimento.

ABSTRACT – Considering the sunflower crop as a good alternative for used renewable energy program in Brazilian semiarid region, and due to absent research results related to its cultivation with wastewater, the aim of this study was to evaluate the yield variables sunflower cv. Helio 250 irrigated with wastewater. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 4 x 2 with four types of water (A1 - treated effluent by anaerobic UASB reactor, A2 – treated effluent by filtration and anaerobic digester decant, A3 - treated effluent by anaerobic filter, and A4 - water supply) and two irrigation water depths (L1 - 1ETc and L2 - 1.11 ETc), with four replications. The fertirrigation of sunflower with treated wastewater showed direct agronomic benefits that could be observed with increasing mass of the analyzed variables. Does not observed effect of irrigation depth on the variables analyzed this result maybe have been influenced by rainfall occurred during the experiment.

Palavras-Chave: Água residuárias. Reaproveitamento de água. Semiárido.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) pertence à família Asteraceae está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial 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.

¹ Trabalho financiado pela CNPq e extraído de dados preliminares da Tese do primeiro autor

² Eng^o Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola UFRPE, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Fone: (81) 3320-6261; d1cdantas@hotmail.com

³ Prof. Adjunto, DTR/UFRPE, bolsista de produtividade do CNPq. R. Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Fone: (81) 3320-6261- enio.silva@dtr.ufrpe.br.

⁴ Prof Adjunto, UAG/UFRPE Av. Bom Pastor, S/N, Boa Vista, CEP.: 55.292-270, Garanhuns-PE. ralini@uag.ufrpe.br

Devido à ampla adaptação às diferentes condições climáticas, ao teor e qualidade do óleo de suas sementes, essas características contribuirão para a inserção da mesma no programa nacional de produção e uso de biodiesel (UNGARO, 2006). Segundo Balota *et al.* (2010), o girassol é a quinta oleaginosa em área cultivada no mundo com 18 milhões de hectares e a quarta em produção de grãos, respondendo por 13% de todo o óleo vegetal produzido no mundo.

Na safra brasileira de 2010-2011 foram produzidos 83,1 t de girassol, e para a safra 2011-2012, existe uma perspectiva de aumento de 6% da produção atingindo 88,1 t. A produtividade média brasileira está em torno de 1.250 kg ha⁻¹ enquanto que na região nordeste está em torno de 776 kg ha⁻¹ ou seja 38% inferior em relação à média nacional (Conab, 2012), isso deve em grande parte ao déficit pluviométrico da região já que em sua maioria os cultivos são realizados em condições de sequeiro, e esta região é caracterizada por apresentar curto período chuvoso, temperaturas elevadas e alta taxa de evapotranspiração (Sousa et al., 2005).

Em cidades localizadas na região semiárida, uma das alternativas para suprir a deficiência hídrica das culturas, é utilizar-se de águas residuárias da atividade doméstica, já que estes afluentes, que outrora eram potenciais fontes de contaminação dos recursos hídricos, passam a ser empregados de forma racional em busca da sustentabilidade gerando empregos e fonte de renda em uma região com baixo índice de desenvolvimento humano. Diariamente grandes volumes de esgotos sem qualquer tratamento, são lançados em corpos hídricos, sobretudo em países subdesenvolvidos. Esta prática predatória é imensamente agressiva, causando incontáveis impactos negativos (Bezerra e Fideles Filho, 2009).

Entre os constituintes de efeito poluente nos efluentes, destacam-se o nitrogênio o fósforo, com grande potencial de eutrofização de corpos d'água, principalmente de represas (Jarvie et al., 2006). Esses elementos, juntamente com o potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro manganês e zinco, são minerais essenciais ao desenvolvimento das plantas (Malavolta 2006).

A utilização de águas residuárias, tratadas na agricultura, apresenta diversas vantagens, dentre elas as principais são minimização da poluição hídrica dos mananciais, economia de água de melhor qualidade e a diminuição dos gastos com adubação química (Deon *et al.*, 2010), redução do nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, dos custos de seu tratamento, já que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas se comportam como biofiltros naturais (Haruvy, 1997).

Muitos trabalhos têm apresentado ganhos de produtividade expressivos quando as culturas são irrigadas com efluentes tratados, dentre eles, Monte e Sousa (1992), Vazquez-Montiel et al (1996) e

⁵ Bolsista PNPd CAPES/FACEPE, DTR/UFRPE, R. Dom Manoel de Medeiros, prfmede@hotmail.com

Azevedo e Oliveira (2005), sendo estes aumentos em torno de 15 a 41% em relação à da cultura irrigada com água de abastecimento, demonstrando a viabilidade do uso de esgoto na irrigação.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as variáveis de produção da cultura do girassol fertirrigado com águas residuárias da atividade doméstica tratada, por diferentes metodologias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma unidade piloto instalada no município de Ibimirim-PE, região semiárida do nordeste brasileiro tendo como cenário original a Bacia do Rio Moxotó importante afluente localizado no Submédio do Rio São Francisco. O local se situa a 8°32'05" de latitude Sul, 37°41'58" de longitude Oeste e altitude de 408 m; o clima da região, conforme a classificação climática de Köppen é do tipo Bsh, quente e seco, semiárido. A semeadura foi realizada manualmente no dia 05 de novembro de 2010, colocando-se cinco sementes a cada 0,25 m, utilizando-se o híbrido Hélio 250. Cerca de 8 dias após a emergência (DAE) procedeu-se o desbaste para ajuste da população de plantas, deixando-se quatro plantas por metro.

Utilizou-se o delineamento experimental com blocos casualizados, sendo os tratamentos formados por quatro tipos de água e duas lâminas de irrigação em esquema fatorial 4 x 2 e quatro repetições, sendo o primeiro fator tipos de tratamento de esgoto, A₁ - efluente tratado por reator anaeróbico UASB, A₂ - efluente tratado por filtragem anaeróbica e decanto digestor, A₃ - efluente tratado por filtragem anaeróbica e A₄ - água potável de abastecimento urbano, e o segundo fator foram as lâminas de irrigação, L₁ - evapotranspiração da cultura (ET_c) e L₂ - 1,11ET_c, esse fator foi escolhido com o objetivo de estudar o efeito de uma lâmina superior à recomendada agronomicamente na lixiviação dos sais presentes na água residuária. Cada parcela foi constituída por três linhas de 6 m comprimento, espaçadas de 1,0 m entre fileiras por 0,25 m entre plantas. A partir do 23º dia após a emergência as lâminas de irrigação foram diferenciadas e os tratamentos com a lâmina 2 passaram a receber 20% mais água que os tratamentos com a lâmina 1, prolongando-se até o final do ciclo (Figura 1).

Utilizou-se o sistema de irrigação localizada por gotejamento onde os emissores apresentaram vazão média de 3 l.h⁻¹. O manejo da irrigação foi realizado com turno de rega médio de um dia, as lâminas de irrigação foram estimadas com base na ET_c, no coeficiente de cultivo de cada fase e no coeficiente de localização médio.

A determinação da ET_c foi estimada através do cálculo da ET_o, utilizando para isso os dados climáticos obtidos da estação meteorológica do INMET, distante a 2,9 km da área experimental, pelo método de Penman-Monteith FAO 56, bem como foi utilizado os coeficientes de cultivo

recomendado para cada fase da cultura (FAO 56) e (Allen *et al.*, 2006). Durante o experimento houve precipitação acumulada de 212 mm, a qual foi descontada em relação à lâmina que seria aplicada.

A caracterização dos parâmetros físico-químicos dos tipos água utilizadas na irrigação e do solo representativo para cada tratamento estão apresentados nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

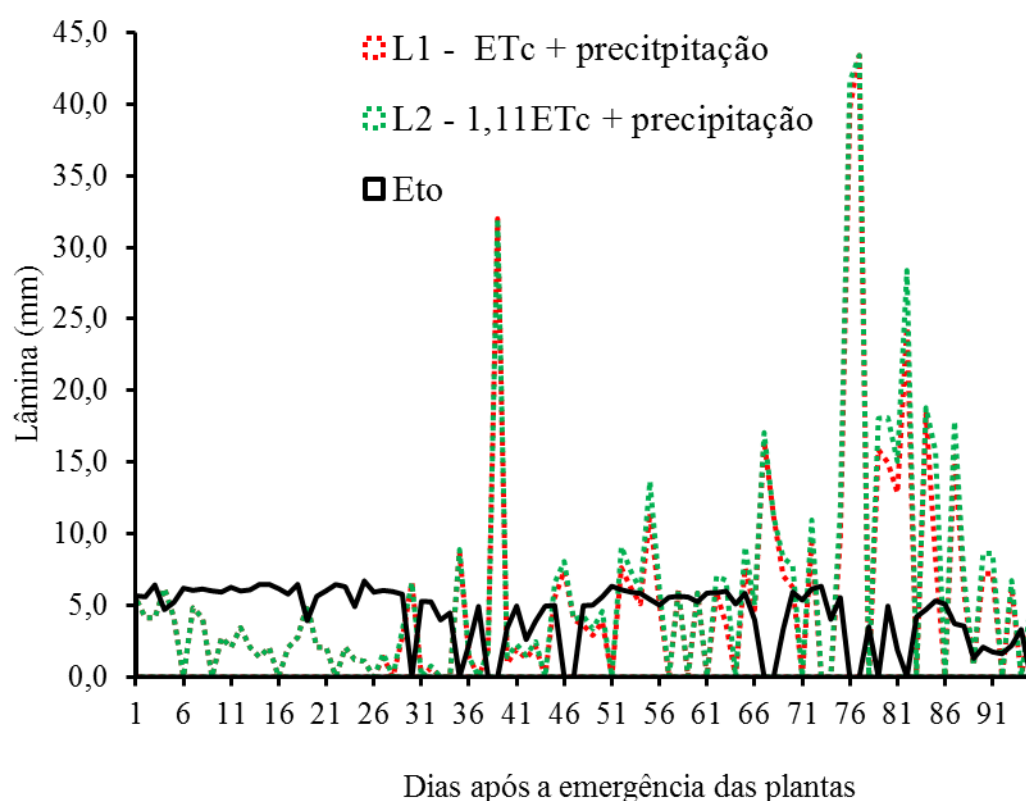


Figura 1 - Distribuição da ETo calculada por Penman-Monteith e lâminas de irrigação + precipitação aplicadas durante o cultivo do girassol híbrido Hélio 250 na cidade de Ibimirim- PE, 2010.

Aos 92 DAE realizou-se a colheita dos capítulos e das plantas, para determinação dos parâmetros de produção escolhendo-se as plantas da linha central deixando-se 0,5 m em cada extremidade como bordadura e mensurando o número de plantas por parcela. Em seguida os capítulos foram postos para secar ao ar livre e deu início ao processo de debulhe e limpeza, posteriormente colocou-se para secar em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, para determinação da umidade, a qual foi corrigida para 11%. Foram determinados os seguintes componentes de produção: massa fresca das planta (MFP), massa seca das planta (MSP), massa fresca dos capítulos por planta (MFCap/planta), massa seca dos capítulos por planta (MSCap/planta) e produtividade de grãos, a qual foi estimada para uma população de 40000 plantas

ha⁻¹, seguida realizou-se análises de variância e teste de Tukey (p<0,05) para comparação de médias utilizando o software Sisvar versão 5.3 (Ferreira, 2003).

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros físicos determinados para as águas utilizadas na irrigação. Ibimirim-PE, 2010.

Parâmetros*	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
pH	6,87	6,88	6,95	6,53
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	2,14	1,99	1,88	0,218
Cálcio (mg L ⁻¹)	155,6	109,5	150,7	32,1
Magnésio (mg L ⁻¹)	44,7	62,9	33,8	20,6
Sódio (mg L ⁻¹)	99,1	116,6	111,7	22,5
RAS ^(**) (meq L ⁻¹) ^{1/2}	1,8	1,55	2,13	0,75
Nitrogênio-total (mg L ⁻¹)	106,9	74,32	84,3	0,0
Fósforo-total (mg L ⁻¹)	10,3	8,7	9,4	0,31
Potássio (mg L ⁻¹)	43,6	42,4	53,6	13,3
Cloretos (mg L ⁻¹)	171,1	159,0	186,2	38,3
Sulfato (mg L ⁻¹)	19,8	89,6	67,7	5,19
Dureza total-CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	221,6	196,2	222,8	81,3
Sólidos susp. totais (mg L ⁻¹)	61,6	44,3	114,6	22,4
DQO ^(***) (mg L ⁻¹)	395,5	384,6	694,9	10,8
DBO ^(****) (mg L ⁻¹)	36,1	47,3	65,0	0,90

A₁ - Reator UASB + lagoa de polimento; A₂ - Decanto-digestor + lagoa de esbilização; A₃ - Filtro anaeróbio + lagoa de estabilização; A₄ - Água abastecimento; ^(**)RAS – Razão de adsorção de sódio; ^(***)Demanda química de oxigênio; ^(****)Demanda bioquímica de oxigênio.

Tabela 2. Características químicas e físico-química do solo antes do experimento. Ibimirim-PE, 2010.

Tratamentos	M.Org. ¹	P	pH	Ca	Mg	Na	K
	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		----- cmolc dm ⁻³ -----			
A ₁	2,37	1,84	15,97	1,68	1,65	0,52	0,21
A ₂	2,62	1,90	15,84	1,77	1,70	0,5°	0,21
A ₃	2,17	1,80	16,26	1,71	1,65	0,57	0,25
A ₄	2,30	1,51	17,33	1,57	1,65	0,36	0,17
L ₁	2,37	1,78	16,01	1,67	1,68	0,50	0,21
L ₂	2,39	1,74	16,08	1,69	1,65	0,48	0,20

A₁ - Reator UASB + lagoa de polimento; A₂ - Decanto-digestor + lagoa de esbilização; A₃ - Filtro anaeróbio + lagoa de estabilização; A₄ - Água abastecimento; L₁ - Lâmina 100% da ETc; L₂ - Lâmina 111% da ETc

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em média a produtividade da área foi boa ($2.996,07 \text{ kg ha}^{-1}$), utilizando água residuária observou-se uma produtividade média de $3.422,9 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto que irrigando com água de abastecimento a produtividade obtida foi de $1715,58 \text{ kg ha}^{-1}$. Isso representa um aumento médio 99% na produtividade do girassol apenas por se utilizar o efluente doméstico tratado como fonte de nutrientes. Mesmo a produtividade obtida pelo tratamento com água de abastecimento sendo baixa, esta ainda foi superior à obtida em algumas áreas de Oliveira et al. (2010), o qual, em estudo com a mesma cultivar em diferentes locais na região nordeste do Brasil, obteve produtividades variando de 1052 a 3425 kg ha^{-1} .

Para todos os componentes de produção avaliados, massa fresca dos capítulos por planta, massa fresca da planta, massa seca dos capítulos por planta, massa seca das plantas e produtividade observou-se por meio do teste F ($p < 0,05$), efeito significativo apenas do fator tipos de água (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância e médias dos componentes de produção do girassol hélio 250 fertirrigado com esgoto doméstico tratado. Ibimirim, 2011.

FV	MFP	MSP	MFCap/planta	MSCap/planta	Prod. Ha^{-1}
	Estatística F				
Tipos de água	22,90**	17,505**	28,55**	7,845**	20,55**
Lâminas de irrigação	0,949 ^{ns}	0,962 ^{ns}	0,101 ^{ns}	0,524 ^{ns}	3,95 ^{ns}
Água x lâminas	0,234 ^{ns}	0,112 ^{ns}	2,013 ^{ns}	2,992 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Bloco	8,588**	5,883**	8,546**	0,467 ^{ns}	2,99 ^{ns}
CV	25,59	27,13	16,21	31,61	21,64
Média	5,15	0,912	425,46	23,76	2996,07

MFP – massa fresca das plantas (g); MSP – massa seca das plantas; MFCap/planta – massa fresca dos capítulos por planta (g); MSCap/planta – massa seca dos capítulos por planta (g); Prod. Ha^{-1} – produtividade (kg) estimada para 40000 plantas

Aplicando-se o teste de Tukey, observou-se que nos tratamentos onde foi utilizado água residuária não diferiram significativamente entre eles, mas diferiram em relação ao tratamento irrigado com água de abastecimento (Tabela 4).

Para todas as variáveis analisadas os tratamentos que foram irrigados com efluentes tratados apresentaram-se superiores em relação ao tratamento irrigado apenas com água de abastecimento, sendo justificado pelo aporte de nutrientes presente mesma. Ainda pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) observou-se uma similaridade entre os tratamentos A_1 e A_4 para a variável MSCap/planta.

Tabela 4. Valores médios dos componentes de produção do girassol variedade Hélio 250 fertirrigado com água proveniente de esgoto doméstico tratado. Ibimirim, 2011.

Tratamentos	MFP	MSP	MFCap/planta	MSCap/planta	PROD
A1	5,47 a	0,96 a	478,15 a	22,48 ab	3297,82 a
A 2	6,65 a	1,18 a	516,88 a	28,98 a	3632,99 a
A 3	6,58 a	1,13 a	474,73 a	29,83 a	3411,51 a
A 4	1,91 b	0,38 b	232,09 b	13,75 b	1715,58 b
L 1	4,93 a	0,87 a	421,58 a	24,72 a	3206,67 a
L 2	5,38 a	0,95 a	429,34 a	22,80 a	2822,27 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade A₁ - Reator UASB + lagoa de polimento; A₂ - Decanto-digestor + lagoa de esbilização; A₃ - Filtro anaeróbio + lagoa de estabilização; A₄ - Água abastecimento; L1 - Lâmina 100% da ETc; L2 - Lâmina 111% da ETc

CONCLUSÕES

A fertirrigação da cultura do girassol com água residuárias tratadas proporcionaram benefícios agrônômicos diretos que puderam ser observados com o incremento de massa das variáveis analisadas.

Não observou-se efeito das lâminas de irrigação nas variáveis analisadas podendo este resultado ter sido influenciado pela precipitação pluviométrica ocorrida durante o experimento.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto de número 562869/2010-7; à FACEPE pela concessão da bolsa de estudos processo de nº IBPG-0218-5.03/10; à FACEPE APQ-1484-5.03/10, bem como ao INCT em Salibidade; e à Helianthus do Brasil LTDA, pelo fornecimento das sementes utilizadas no experimento.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. (2006). *Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- AZEVEDO, L. P. de; OLIVEIRA, E. L. de. (2005). Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.1, p.253-263
- BALOTA, E. L. *et al.* Efeito dos fungos micorrízicos arbusculares em culturas oleaginosas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: *Anais...* Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 680-684.

BEZERRA, B. G.; FIDELES FILHO, J. (2009). Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, p.339-345

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. Décimo Segundo Levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

DEON, M. D.; *et al.* (2010). Produtividade e qualidade da cana-de-acúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, n. 10, p.1149 - 1156

FERREIRA, D. F. *SISVAR 4.6 Sistema de análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2003. 32 p.

HARUVY, N. (1997). Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.66, p.133-119

JARVIE, H.P.; NEAL, C.; WITHERS, P.J.A. (2006) Sewage-effluent phosphorus: a greater risk to river eutrophication than agricultural phosphorus. *Science of the Total Environment*, v.360, p. 246-253

MALAVOLTA, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 638p.

MONTE, M. H. F; SOUSA, M.S. (1992). Effect on crop of irrigation with facultative pond effluent. *Water Science and Technology*, Oxford. v.26, n.7/8, p. 1603-1613

SOUSA, J. T. de. *et al* (2005). Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.10, p.260- 265.

UNGARO, M. R. G. (2006). *Potencial da cultura do girassol como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel*. In: CAMARA, G. M.; HEIFFIG, L. S. *Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para o biodiesel*. Piracicaba: Esalq., p. 57-80.

VASQUEZ-MONTIEL, O; HORAN, N.J. ; MARA, D.D. (1996). Management of wastewater for reuse in irrigation. *Water Science and Technology*, Oxford. v. 33, n. 10-11, p. 355 - 362.