

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS DOMÉSTICAS EM REGIÃO SEMIÁRIDA

D. da C. Dantas¹, E. F. de F. Silva², M. S. M. Dantas³, G. F. da Silva⁴, R. M. Lira⁵,
A. D. da Silva Filho⁶

RESUMO: A escassez hídrica é um dos fatores que limitam a atividade agrícola na região semiárida do Brasil, afetando o desenvolvimento econômico e social. O uso de águas residuárias domésticas tratadas na agricultura, pode otimizar a utilização dos recursos hídricos aumentando a disponibilidade de águas de boa qualidade proporcionando retorno econômico ao produtor. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e produção de girassol (*Helianthus annuus* L.) irrigado com águas residuárias domésticas tratadas. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram formados pela utilização de dois fatores, fontes de águas (A₁ - residuária tratada por reator UASB, A₂ - residuária tratada por decanto digestor e filtragem anaeróbia, A₃ - residuária tratada por filtragem anaeróbia, e A₄ - água de abastecimento - testemunha) e lâminas de irrigação (L₁ - igual à evapotranspiração da cultura e L₂ - 20% superior à evapotranspiração da cultura). O uso de águas residuárias domésticas tratadas proporcionou incrementos significativos nas variáveis de crescimento e produção do girassol, em relação à água de abastecimento; o uso das fontes de água A₂ e A₃ apresentaram em média maiores rendimentos de óleo; a lâmina de irrigação correspondente à evapotranspiração da cultura proporcionou maior produtividade de aquênios e de óleo.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus* L., águas residuárias, reúso de água.

GROWTH AND PRODUCTION OF THE SUNFLOWER IRRIGATED WITH DOMESTIC WASTE DOMESTIC WATERS IN THE SEMIARID REGION

ABSTRACT: Water scarcity is one of the factors limiting agricultural activity in the semi-arid region of Brazil, affecting economic and social development. The use of domestic wastewater

¹ Doutor, PNP DEAGRI/UFRPE, Recife - Pernambuco. Email: d1cdantas@hotmail.com

² Doutor, Professor do DEAGRI / UFRPE, Pesquisador do CNPq, Recife - Pernambuco. Email: enio.fsilva@ufrpe.br

³ Doutora em Engenharia Agrícola UFRPE. Recife - Pernambuco. Email: marasuyane@hotmail.com

⁴ Doutor, Professor do DEAGRI / UFRPE, Recife - Pernambuco. Email: geronimo.silva@ufrpe.br

⁵ Doutora em Engenharia Agrícola UFRPE. Recife - Pernambuco. Email: raquele.lira@hotmail.com

⁶ Graduando em Engenharia Agrícola UFRPE, Recife - Pernambuco. Email: antonycallos1@gmail.com

treated in agriculture can optimize the use of water resources and increase the availability of good quality water, thus providing an economic return to the producer. The objective of this work was to evaluate the growth and production of sunflower (*Helianthus annuus* L.) irrigated with domestic wastewater treated. The experimental design was a randomized block design, in a 4 x 2 factorial scheme, with four replications.

The treatments were formed by the use of two factors, water sources (A₁ - wastewater treated by anaerobic UASB reactor, A₂ - wastewater treated by digester decant and anaerobic filtration, A₃ - wastewater treated by anaerobic filtration, and A₄ – water supply) and two irrigation depths (L₁ - equal to crop evapotranspiration and L₂ - 20% higher than crop evapotranspiration). The use of treated domestic wastewater provided significant increases in growth and sunflower production variables in relation to the water supply; the use of A₂ and A₃ water sources showed higher oil yields on average; the irrigation depth corresponding to crop evapotranspiration provided higher yields of achenes and oil.

KEYWORDS: *Helianthus annuus* L., wastewater, water reuse.

INTRODUÇÃO

A escassez de água de boa qualidade para a agricultura é uma realidade em todo o mundo, sendo necessário a utilização de águas com qualidade inferior para garantir o suprimento alimentar da população crescente (Savvas et al., 2007). Diariamente são lançados no ambiente grandes volumes de esgotos domésticos (Bezerra & Fideles Filho, 2009), recursos estes que poderiam ser aproveitados na agricultura.

A utilização de esgotos domésticos tratados na agricultura apresenta diversas vantagens tais como, minimização da poluição hídrica dos mananciais, economia de água de melhor qualidade e diminuição dos gastos com adubação química (Deon et al., 2010).

Pesquisas têm sido realizadas com o intuito de avaliar o desempenho das culturas irrigadas com efluentes (Freitas et al., 2012; Nobre et al., 2010; Santos Junior et al., 2011; Orrico Junior et al., 2013), sendo constatados em sua maioria, melhorias nos rendimentos das culturas. Para fins de produção agrícola, é importante que o tratamento do esgoto seja realizado até o nível secundário garantindo significativa redução do teor de matéria orgânica, e manutenção de macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas (Silva et al., 2012).

Dentre estes os processos de tratamentos, os anaeróbios são bastante utilizados por apresentarem boa eficiência, rapidez e baixo custo (Singh & Prerna, 2009). Diversos tipos de reatores anaeróbios podem ser utilizados, os de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), os decanto digestores, os filtros anaeróbios, como também processos conjugados, entre outros. Pelo exposto, torna-se necessário avaliar o uso de fontes de águas obtidas por diferentes processos de tratamentos de esgoto doméstico no desenvolvimento das culturas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e produção da cultura do girassol irrigada com águas residuárias domésticas tratadas sob duas lâminas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Ibimirim - PE, cujas coordenadas locais são 8°32'05" S e 37°41'58" W, a uma altitude de 408 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo BSw'h', semiárido muito quente, com precipitação média anual de 454 mm e temperatura média anual em torno de 24,7 °C.

O solo foi caracterizado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico A moderado e relevo predominantemente plano (Embrapa, 2013). Foram determinadas as características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos (Tabelas 1) conforme a metodologia proposta por Donagema et al. (2011).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental

Camada (m)	pH _{H2O}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	H + Al	CTC	PST	V	P	COT
		----- (cmol _c dm ⁻³) -----						--- (%) ---			(mg kg ⁻¹)	g kg ⁻¹
0 - 0,20	7,1	2,39	2,30	0,26	0,36	5,31	2,90	8,21	4,38	64,8	71,41	2,97
0,21-0,40	7,0	1,88	2,20	0,25	0,38	4,71	3,26	7,97	4,77	61,4	42,34	1,65

SB - Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC - capacidade de troca de cátions; PST - porcentagem de sódio trocável; V - Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; COT - carbono orgânico total.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 com quatro repetições. Os fatores consistiram da utilização de quatro fontes de água (A₁ - águas residuárias domésticas tratadas por reator anaeróbio do tipo manta de lodo - UASB, A₂ - águas residuárias domésticas tratadas por decanto digestor associado a filtro anaeróbio, A₃ - águas residuárias doméstica tratada por filtragem anaeróbia e A₄ - água de abastecimento), o segundo fator consistiu da utilização de duas lâminas de irrigação (L₁ - lâmina igual à evapotranspiração da cultura (ET_c) e L₂ - lâmina 20% superior à ET_c).

A unidade experimental foi composta por três linhas de plantio de seis metros de comprimento, cujas plantas foram semeadas em espaçamento de 0,25 por 1,0 m, utilizando a

cultivar de girassol H250. Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento constituído por tubo de polietileno de 16 mm de diâmetro nominal, com emissores espaçados a 0,33 m com vazão nominal de 4,0 L h⁻¹.

O manejo da irrigação foi realizado diariamente repondo a lâmina evapotranspirada do dia anterior, estimada a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo método de Penman-Monteith, (Allen et al., 2006), utilizando para isso, dados climatológicos obtidos de uma estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada em Ibimirim-PE e utilizando os coeficientes de cultivo recomendado pela FAO 56. A lâmina de irrigação foi diferenciada a partir do 27º dia após a semeadura (DAS), assim, os tratamentos irrigados com L₂ passaram a receber 20% mais água.

Foram realizadas análises a cada quinze dias, dos parâmetros físico-químicos das águas utilizadas na irrigação, cujos valores médios estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos das águas utilizadas na irrigação

Trat.	pH	CE dS m ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄ ²⁻	CaCO ₃	SST	DQO	DBO	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}
			----- mg L ⁻¹ -----												

A ₁	6,8	2,1	106,9	10,3	43,6	155,6	44,7	99,1	171,1	19,8	221,6	61,6	395,5	36,1	1,3
A ₂	6,8	1,9	74,3	8,7	42,4	109,5	62,9	116,6	159,0	89,6	196,2	44,3	384,6	47,3	1,5
A ₃	6,9	1,8	84,3	9,4	53,6	150,7	33,8	111,7	186,2	67,7	222,8	114,6	694,9	65,0	1,5
A ₄	6,5	0,2	-	0,3	13,3	32,1	20,6	22,5	38,3	5,2	81,3	22,4	10,8	0,9	0,5

RAS - Razão de adsorção de sódio; SST - Sólidos suspensos totais; DQO - Demanda química de oxigênio; DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

Para avaliação do crescimento, foram identificadas três plantas por parcela, das quais foram avaliadas a partir do 28º aos 91º DAS as variáveis diâmetro de caule (DC), altura de planta (AP), as dimensões da folha (comprimento e largura) e número de folhas (NF). Por meio das medidas de largura (L) e comprimento (C) da folha estimou-se a área foliar (AF) a partir de modelos desenvolvidos por Maldaner et al. (2009). O índice de área foliar (IAF) foi obtido pelo produto da AF com a densidade de plantas conforme Zobiolo et al. (2010). Aos 96 DAS realizou-se a colheita, amostrando-se como área útil as plantas da linha central e determinou-se as variáveis: biomassa fresca por planta (BFP), biomassa seca por plantas (BSP), produtividade de aquênios por hectare (PROD), teor de óleo (TO), e produtividade de óleo (PO).

As variáveis de crescimento foram submetidas à análise de variância e quando constatado efeito significativo (p<0,05) da interação dos fatores, realizou-se o desdobramento ao longo do tempo, com análise de regressão, aplicando os modelos linear e quadrático, optando-se pelo que

apresentou maior grau de significância, coeficiente de determinação (R^2) e a possibilidade de explicação do fenômeno biológico.

Para o desdobramento do fator épocas de avaliação nos tipos de águas, realizou-se o teste de comparação de média Scott-Knott ao nível de significância ($p < 0,05$). Nas variáveis de produção, quando constatado efeito significativo ($p < 0,05$) foram utilizados os seguintes contrastes ortogonais: 1 - A_1 vs A_2 ; 2 - A_1 vs A_3 ; 3 - A_1 vs A_4 ; 4 - A_2 vs A_3 ; 5 - A_2 vs ($A_1 + A_3$); 6 - A_4 vs ($A_1 + A_2 + A_3$); 7 - L_1 vs L_2 . ($p < 0,05$), utilizando o Teste F ($p < 0,05$), por meio do software Sisvar versão 5.3 (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre os fatores tipos de água ao longo do tempo em todas variáveis avaliadas. Quanto aos fatores isolados, apenas os tipos de água apresentaram efeito significativo ($p < 0,01$) para as variáveis DC, AP e IAF.

No desdobramento dos tipos de águas ao longo do tempo, foram obtidos modelos para cada fonte de água. O modelo quadrático apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. Quanto ao diâmetro do caule (DC), observou-se valores máximos de 20,9 mm, aos 72 DAS utilizando a fonte A_1 , e 20,9 e 20,7 mm para as águas A_2 e A_3 , respectivamente, aos 73 DAS (Figura 1A).

Não foi obtido ajuste de modelo para a fonte A_4 , apresentando valor médio de 11,04 mm. Esses, resultados corroboram aos obtidos por Andrade et al. (2007), que observaram maior DC nas plantas irrigadas com efluentes domésticos.

Para a variável alturas de plantas (AP), obteve-se valores máximos de 131,7 cm com a fonte A_3 aos 78 DAS, seguido pela fonte A_2 de 128,9 cm aos 76 DAS, e de 123,6 cm aos 82 DAS para A_1 . Desta forma, o suprimento hídrico da cultura do girassol na região semiárida com efluentes domésticos, independentemente do tipo de tratamento de efluente, proporcionou um aumento médio de 31% na altura das plantas (Figura 1B).

A partir dos modelos verificou-se para o IAF, valores máximos entre 4,3 e 4,6 no período de 73 a 75 DAS (Figura 1C). Já para a fonte A_4 não houve ajuste de modelo, obtendo-se um IAF médio de 1,28, sendo este inferior em 58,9%, em relação à média das demais fontes de água, podendo ser atribuída ao aporte de nutrientes dos efluentes.

O IAF médio obtido na área experimental de 2,64, está de acordo com os obtidos por Ungaro et al. (2000) 1,83 a 3,77 e 2,39 a 3,91 quando trabalharam com as cultivares Contisol 621 e Vniimk, respectivamente; e ao de Zobiolo et al. (2010), que observaram valores de 3,42.

Este índice é de grande importância por estar relacionado com a área fotossintética ativa da planta e quanto mais elevado melhor a interceptação e captação de luz, refletindo diretamente no aumento da fitomassa e na produção de grãos.

Após atingirem o ponto de máximo, observou-se um decréscimo para as três variáveis analisadas (Figura 1), que é justificado pela abscisão e senescência natural das folhas, ao aproximar-se do fim do ciclo da cultura, bem como pelo maior direcionamento dos foto assimilados para as estruturas reprodutivas que passam a ser o dreno preferencial da planta.

Para as variáveis de produção BFP, BSP, PROD, TO e PO, verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) das fontes de águas. Para o fator lâminas de irrigação, verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) para a variável PROD e PO. Em todas as variáveis, as parcelas irrigadas com efluentes domésticos tratados sobressaíram em relação às irrigadas com a fonte A₄, independentemente do tipo de tratamento utilizado para o esgoto doméstico (Tabela 3). Nas variáveis biomassa fresca por planta (BFP), biomassa seca por planta (BSP) observou-se diferença significativa quando comparado à água de abastecimento A₄ (contrastes 3 e 6). Esses aumentos indicaram um ganho médio de 333,6 g na BFP e 53,7 g para BSP representado uma elevação de 209,02%, 168,81% respectivamente. Segundo Pereira et al. (2011) e Freitas et al. (2012) esses melhores desempenhos devem-se aos nutrientes presentes nos efluentes domésticos.

Para as variáveis PROD e PO, verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) em todos os contrastes, com exceção do contraste 4 (A₂ vs A₃) (Tabela 4), sobressaindo os tratamentos A₂ (3.644,4 kg ha⁻¹) e A₃ (3.462,2 kg ha⁻¹), com um aumento médio de 28,31% em relação à água A₁ (2769,2 kg ha⁻¹) e 111,82 % em relação à A₄ (1677,5 kg ha⁻¹). A justificativa para a água A₁ ter apresentado menor PROD em relação a A₂ e A₃ pode estar associado à menor concentração de sulfato (SO₄⁻²) nesta água, tornando o aporte de enxofre um nutriente limitante ao desenvolvimento da cultura, já que este elemento tem papel fundamental na síntese de aminoácidos. Resultados significativos quanto à aplicação de sulfatos na cultura do girassol foram verificados por Tiecher et al. (2012), quando avaliaram a resposta de culturas à disponibilidade de enxofre em solos e adubação sulfatada, onde verificaram efeito linear crescente das doses de sulfatos para o teor de enxofre das sementes.

Irrigando-se com efluentes domésticos observou-se valores médios de BSP de 85,66 g por outro lado, utilizando-se a fonte A₄ obteve-se BSP de 32 g. Nobre et al. (2010), testando lâminas irrigação com uso de efluentes domésticos e adubação orgânica em ambiente protegido, obtiveram BSP variando de 10,9 g a 41,55 g de acordo com o incremento da lâmina de

reposição, utilizando a cultivar Embrapa 122/V-2000 (Tabela 4), estando de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

Utilizando-se a água A₄, obteve-se uma PROD de 1.677,5 kg ha⁻¹, enquanto que utilizando efluentes domésticos verificou-se uma média de 3.291,95 kg ha⁻¹, que corresponde a uma elevação de 82,88%. A produtividade média desta área (2.888,33 kg ha⁻¹) sendo inferior em 16% à obtida por Aquino et al. (2013) (3.950 Kg ha⁻¹) quando testaram cultivares de girassol, sob 250 kg ha⁻¹ de 8-28-16 NPK e de cobertura 80-0-60 kg ha⁻¹ de N-P-K. Entretanto, foi superior à produtividade média nacional do ano de 2015 (1.598 kg ha⁻¹), que corresponde a um aumento de 80,7% (Conab, 2015).

As melhorias da PROD com a utilização das fontes de águas oriundas de efluentes domésticos, corroboram com os resultados obtidos por Lobo & Grassi Filho (2007) e Nobre et al. (2010), quando estudaram a eficiência do lodo de esgoto em fornecer nitrogênio para a cultura do girassol, e a reposição hídrica dessa cultura com águas residuárias, onde os mesmos concluíram que houve aumento na PROD, com o uso desses efluentes.

CONCLUSÕES

A irrigação com efluentes domésticos tratados, por qualquer dos três métodos estudados, proporcionam melhoria no crescimento e produção do girassol;

As águas oriundas do decanto digestor e filtragem anaeróbia (A₂) e filtragem anaeróbia (A₃) sobressaíram em relação às demais tanto na produtividade de aquênios como na de óleo de girassol.

O uso da lâmina de irrigação correspondente à evapotranspiração da cultura proporcionou maior produtividade de aquênios e de óleo.

A utilização de efluentes domésticos nas regiões semiáridas como fonte de água para a irrigação é uma alternativa para garantir a produção das culturas em período de escassez.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto; à Helianthus do Brasil LTDA, pelo fornecimento das sementes utilizadas no experimento.

LITERATURA CITADA

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Rome: FAO, 2006. 298p. Estudio Riego e Drenaje Paper, 56.

ANDRADE, L.O.; NOBRE, R.G.; SOARES, F.A. L.; GHEYI, H.R.; FIGUEIREDO, G. R.G.; SILVA, L.A. Germinação e crescimento inicial de plantas de girassol *Helianthus annuus* L. irrigadas com água residuárias. Revista Educação Agrícola Superior. v.22, n.2, p.48-50, 2007.

BEZERRA, B.G.; FIDELES FILHO, J. Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias. Revista Ciência Agronômica, v.40, n.3, p.339-345, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira, v.3 - Safra 2015/16, n.1 – Primeiro Levantamento, Brasília, p.18, out. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_10_28_17_24_01_boletim_graos_outubro_2015.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2016.

DEON, M.D.; GOMES, T.M.; MELFI, A.J.; MONTES, C.R.; SILVA, E. Produtividade e qualidade da cana de açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, n.10, p.1149-1156, 2010.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J. H.M. (Org.). Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 3.ed. Brasília: Embrapa 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

FREITAS, C.A.S.; SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; ANDRADE, R.R.; MOTA, F.S.B.; AQUINO, B.F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, n.10, p.1031-1039, 2012.

LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H. Níveis de lodo de esgoto na produtividade do girassol. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal, v.7, n.3, p.16-25, 2007.

MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; GUSE, F.I.; BORTOLUZZI, M.P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. Ciência Rural, v.39, n.35, p.1356-1361, 2009.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O.; NASCIMENTO, E. C.S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v.14, n.7, p.747-754, 2010.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; CENTURION, S.R.; SUNADA, N.S.; VARGAS JUNIOR, F.M. Características morfogênicas do capim-piatã submetido à adubação com efluentes de abatedouro avícola. *Ciência Rural*, v.43, n.1, p.158-163, 2013.

PEREIRA, B.F.F.; HE, Z.L.; SILVA, M.S.; HERPIN, U.; NOGUEIRA, S.F.; MONTES, C.R.; MELFI, A.J. Reclaimed wastewater: Impact on soil-plant system under tropical conditions. *Journal of Hazardous Materials*, v.192, n.1, p.54-61, 2011.

SANTOS JÚNIOR, J.A. GHEYI, H.R.; GUEDES FILHO, D.H.; DIAS, N.S.; SOARES, F.A.L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.4, p.842-849, 2011.

SAVVAS, D.; STAMATIB, E.; TSIROGIANNISB, I.L.; MANTZOSB, N.; BAROUCHASB, P.E.; KATSOULASC, N.; KITTAS, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agricultural Water Management*, v.91, n.1-3, p.102-111, 2007.

SILVA, M.M.; MEDEIROS, P.R.F.; SILVA, E.F.F.; In: GHEYI, H.R.; PAZ, V.P.S.; MEDEIROS, S.S.; GALVÃO, C.O. (ed.). Recursos hídricos em regiões semiáridas. Cruz das Almas: Instituto Nacional do Semiárido, 2012, p.156-169.

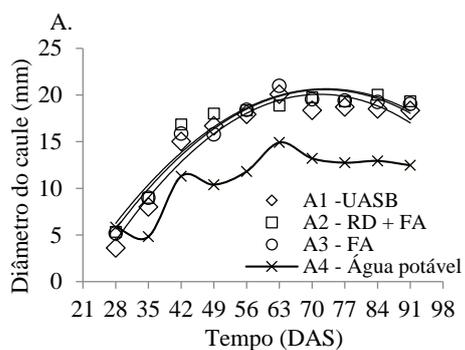
SINGH, S.P.; PRERNA, P. Review of recent advances in anaerobic packed bed biogas reactors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.13, n.6-7, p.1569-1575, 2009.

TIECHER, T.; SANTOS, D.R.; RASCHE, J.W.A.; BRUNETTO, G.; MALLMANN, F.J.K.; PICCIN, R. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. *Bragantia*, v.71, n.4, p.518-527, 2012.

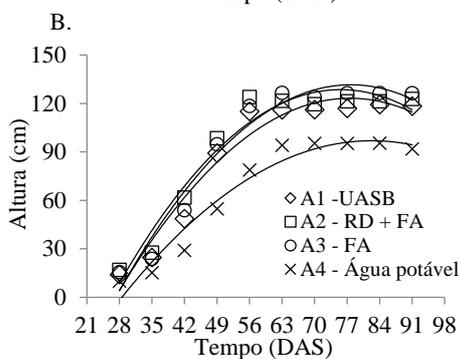
UNGARO, M.R.G.; NOGUEIRA, S.S.S.; NAGAI, V. Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo. *Bragantia*, v.59, n.02, p.205-211, 2000.

ZOBIOLE, L.H.S.; CASTRO, C.D.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; MOREIRA, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido

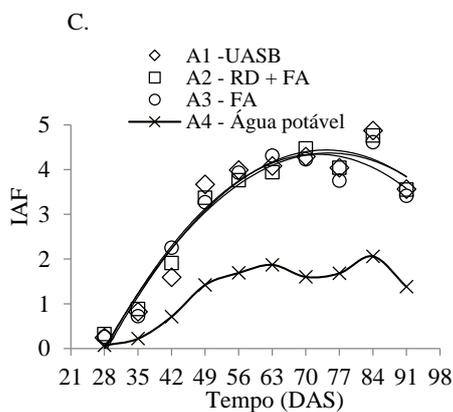
BRS 191 cultivado no estado do Paraná. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, v.14, n.2, p.55-62, 2010.



Trat.	Equações	R ²
A ₁	$\hat{y} = -22,3126 + 1,1851^{**} \bar{x} - 0,0082^{**} \bar{x}^2$	0,95
A ₂	$\hat{y} = -17,3447 + 1,0426^{**} \bar{x} - 0,0071^{**} \bar{x}^2$	0,92
A ₃	$\hat{y} = -18,7297 + 1,0808^{**} \bar{x} - 0,0074^{**} \bar{x}^2$	0,95
A ₄	$y = 11,04$	



Trat.	Equações	R ²
A ₁	$\hat{y} = -198,5529 + 7,8805^{**} \bar{x} - 0,0482^{**} \bar{x}^2$	0,95
A ₂	$\hat{y} = -173,6272 + 7,9929^{**} \bar{x} - 0,0528^{**} \bar{x}^2$	0,95
A ₃	$\hat{y} = -179,6984 + 8,001^{**} \bar{x} - 0,0514^{**} \bar{x}^2$	0,96
A ₄	$\hat{y} = -130,27826 + 5,5223^{**} \bar{x} - 0,0335^{**} \bar{x}^2$	0,95



Trat.	Equações	R ²
A ₁	$\hat{y} = -7,3095 + 0,3167^{**} \bar{x} - 0,0021^{**} \bar{x}^2$	0,93
A ₂	$\hat{y} = -6,7719 + 0,2979^{**} \bar{x} - 0,002^{**} \bar{x}^2$	0,95
A ₃	$\hat{y} = -7,3125 + 0,3219^{**} \bar{x} - 0,0022^{**} \bar{x}^2$	0,95
A ₄	$y = 1,27$	

Figura 1. Desdobramento dos tipos de águas utilizadas na irrigação ao longo do tempo nas variáveis, diâmetro do caule (A), altura de plantas (B), índice de área folia (C) da cultura do girassol irrigado com efluentes domésticos tratados

Tabela 3. Teste de contrastes para biomassa fresca por planta (BFP), biomassa seca por planta (BSP), produtividade (PROD), teor de óleo (TO) e produtividade de óleo (PO) da cultura do girassol cv. Hélio 250 irrigado com diferentes fontes de águas.

Contrastes	BFP	BSP	PROD	TO	PO
	F				
1 - A ₁ vs A ₂	1,49 ^{n.s.}	2,74 ^{n.s.}	9,67**	3,39 ^{n.s.}	13,71**
2 - A ₁ vs A ₃	0,27 ^{n.s.}	0,19 ^{n.s.}	6,06*	3,39 ^{n.s.}	7,89*
3 - A ₁ vs A ₄	73,69**	64,97**	15,04**	4,11 ^{n.s.}	18,92**
4 - A ₂ vs A ₃	0,49 ^{n.s.}	1,48 ^{n.s.}	0,42 ^{n.s.}	0,26 ^{n.s.}	0,79 ^{n.s.}
5 - A ₂ vs (A ₁ + A ₃)	1,23 ^{n.s.}	2,75 ^{n.s.}	4,70*	1,84 ^{n.s.}	7,03*
6 - A ₄ vs (A ₁ + A ₂ + A ₃)	126,02**	115,07**	49,34**	14,28**	63,79**
7 - L ₁ vs L ₂	2,46 ^{n.s.}	2,16 ^{n.s.}	4,35*	0,08 ^{n.s.}	4,63*
Tratamentos	(g)	(g)	(Kg ha ⁻¹)	(%)	(Kg ha ⁻¹)
A ₁	472	81,4	2769,2	36,1	1016,4
A ₂	516,5	91,5	3644,4	38,9	1415,5
A ₃	491	84,1	3462,2	38,2	1319,3
A ₄	159,6	32	1677,5	33	547,4
L ₁	389,6	69,1	3095,9	36,4	1156,7
L ₂	430	75,4	2680,7	36,7	992,64

* Significativo 0,05 de probabilidade; ** significativo 0,01 de probabilidade; ^{n.s.} não significativo, pelo teste F a 0,05 de probabilidade.