

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVO DO GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA DE EFLUENTE DOMÉSTICO

*Daniel da Costa Dantas¹; Ênio Farias de França e Silva²; Ralini Ferreira de Melo³; Pedro
Robinson Fernandes de Medeiros⁴*

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. Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de águas provenientes de esgoto doméstico e duas lâminas de irrigação no desenvolvimento vegetativo e produção do girassol. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro tipos de água, (A1 - Residuária tratada com reator anaeróbico UASB, A2 - Residuária tratada com filtragem anaeróbica e decanto digestor, A3 - Residuária tratada com filtragem anaeróbica, e A4 - água potável) e duas lâminas de irrigação (L1 = ETC e L2 = 1,15ETC), com 4 repetições. A irrigação com água residuária apresentou maior índice de área foliar, maior altura também maior produtividade. A produção de girassol com água de abastecimento requer suplementação com fertilizantes, para se obtenha a mesma produtividade que os tratamentos onde se utiliza água residuária. Não observou-se efeito da lâmina de irrigação, como também da interação entre o dois fatores estudados. A aplicação da lâmina de 100% da ETC foi suficiente para atender a necessidade hídrica da cultura.

Abstract – The use of wastewater in crop yield aims at promoting the sustainability of irrigated agriculture, non-polluted surface water saving while maintaining environmental quality as well as providing nutrients to plants. This study evaluated the use of water from domestic sewage and two irrigation levels in vegetative development and production of sunflower. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 4 x 2 with four types of water (A1 - wastewater treated by anaerobic UASB reactor, A2 - wastewater filtration and treated with anaerobic digester decant, A3 - wastewater treated with anaerobic filter, and A4 - water drinking) and two irrigation water depths (L1 = ETC and L2=1.15 ETC), with four replications. The use of wastewater had higher leaf area index, the greater height also increased production of achenes. The yield of sunflower with water supply requires supplementation with fertilizers, to obtain the same productivity that treatments which uses wastewater. No observed effect of water depth, as well as the interaction between the two factors studied. The application of the blade 100% of ETC was sufficient to meet the water requirement of the crop.

Palavras-Chave – água residuária; reaproveitamento de água; lâminas de irrigação.

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola da UFRPE, bolsita da FACEPE. R. Dom Manoel de Medeiros, CEP 52171-900, Recife, PE - d1cdantas@hotmail.com

² 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

³ Prof Adjunto, UAG/UFRPE Av. Bom Pastor, S/N, Boa Vista, CEP.: 55.292-270, Garanhuns-PE. ralini@uag.ufrpe.br

⁴ Bolsista PNPd CAPES/FACEPE, DTR/UFRPE, R. Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Fone: (81) 3320-6261 - prfmede@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*) apresenta algumas características agrícolas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor e se adapta a diferentes condições de solos, podendo ser cultivado durante todo o ano, desde que haja disponibilidade hídrica. 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. Conforme 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. Sua produtividade é variável em função da localidade, época de plantio, genótipo e manejo utilizado. Oliveira *et al.* (2010), estudando 13 genótipos de girassol em diferentes locais na região nordeste do Brasil, observou que a produtividade variou de 888 a 3425 kg ha⁻¹.

Em áreas de clima seco a irrigação é responsável pelo consumo de 50 a 85 % dos recursos hídricos disponíveis (Capra & Scicolone, 2004). Nessas regiões, a reutilização águas residuárias de uso doméstico pode ser uma alternativa para atenuar o problema da escassez hídrica. Segundo Pescod (1992) em uma população de 500 mil habitantes, cujo consumo de água seja 200 l hab⁻¹ ao dia, produz-se, em efluentes, cerca de 85.000 m³ o que corresponde em um ano a aproximadamente 30 milhões de m³.

Na região semiárida do Nordeste, onde a disponibilidade limitada de água constitui obstáculo ao desenvolvimento, é inevitável que exista crescente tendência para o reuso planejado de águas, como forma de dinamizar a produção através do uso de novas técnicas e recursos (Filho *et al.*, 2002). A irrigação de culturas com esgoto tratado apresenta grande potencial, sobretudo para o desenvolvimento agrícola (Lubello *et al.*, 2004). Esta técnica pode reduzir os custos de fertilização das culturas e o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento, já que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas se comportam como biofiltros naturais (Haruvy, 1997). Entretanto, quando as águas residuárias domésticas, são utilizadas sem tratamento adequado, podem contaminar o ambiente por concentrarem bactérias, parasitas e vírus que criam graves problemas de saúde pública, uma vez que propagam enfermidades de veiculação hídrica (Metcalf & Eddy, 1991).

Portanto, é necessário a realização de estudos em campo com utilização de efluentes domésticos, como alternativa agrícola para a região semiárida nordestina, de forma a possibilitar uma melhor técnica de cultivo ao produtor. A área foliar tem sua importância por ser uma variável de crescimento indicativa da produtividade, visto que o processo fotossintético depende da

intercepção da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (Taiz & Zeiger, 2009).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de águas provenientes de esgoto doméstico e lâminas de irrigação no desenvolvimento vegetativo e produção do girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma unidade piloto instalada no município de Ibimirim-PE, região semiárida do nordeste brasileiro e foi conduzido entre setembro de 2010 e fevereiro de 2011, 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. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições; os tratamentos foram formados por quatro tipos de água, sendo três tipos de tratamento de esgoto (A1 - Residuária tratada com reator anaeróbico UASB, A2 - Residuária tratada com filtragem anaeróbica e decanto digestor, A3 - Residuária tratada com filtragem anaeróbica), e A4 - água potável de abastecimento urbano e duas lâminas de irrigação (L1=ETc e L2=1,15ETc). 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 semeadura foi feita manualmente, colocando-se de quatro sementes a cada 0,25 m, para isso utilizou-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. As irrigações foram programadas de acordo com os dados climáticos do dia anterior utilizando-se o método da FAO 56 (Allen *et al.*, 1998), dessa forma a água foi aplicada com um turno de irrigação médio de um dia. A partir de 22 DAE as lâminas de irrigação foram diferenciadas e os tratamentos com a lâmina L2 passou a receber 20% mais água que a L1, prolongando-se até o final do ciclo. Ao longo do ciclo da cultura foram realizadas amostragens da água de irrigação para que fosse feita a caracterização físico química da mesma (Tabela 1).

Aos 29, 43, 57, 71 e 85 DAE sorteadas três plantas da parcela útil, onde foram determinadas largura da folha, número de folhas por planta, os quais foram utilizados posteriormente para determinação do índice de área foliar e altura das plantas determinado até a inserção do capítulo. A área foliar foi estimada utilizando-se o modelo $AF=1,7582L^{1,7067}$ e $R^2=0,98$ (Maldaner *et al.*, 2009). O índice de área foliar (IAF) foi calculado multiplicando-se a densidade de plantas (4,00 plantas m²) pela máxima área foliar obtida pela planta nas épocas estudadas (Zobiolo *et al.*, 2010).

A colheita dos capítulos foi realizadas aos 92 DAE e em seguida foi medida a produção, a qual foi corrigida para 11% de umidade. Foram realizados análises de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias.

Tabela 1. Caracterização físico química das águas utilizadas para irrigação nos tratamentos.

| Parâmetros | Und | A1 | A2 | A3 | A4 |
|------------------------|--------------------|-----|------|------|-------|
| pH | | 6,9 | 6,88 | 6,95 | 6,41 |
| Condutividade elétrica | dS m ⁻¹ | 2,1 | 1,99 | 1,88 | 0,221 |
| Cálcio | | 156 | 110 | 151 | - |
| Magnésio | | 45 | 62,5 | 33,8 | - |
| Sódio | | 99 | 117 | 11,7 | 22,2 |
| RAS | | 1,3 | 1,55 | 1,51 | - |
| Nitrogênio-total | mg l ⁻¹ | 107 | 74,3 | 84,3 | - |
| Fósforo-total | | 10 | 8,7 | 9,4 | 0,21 |
| Potássio | | 44 | 42,4 | 53,6 | 13,4 |
| Cloreto | | 171 | 159 | 186 | - |
| Sulfato | | 20 | 89,6 | 67,7 | - |
| Dureza total | | 222 | 196 | 223 | - |

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) do fator tipo de água, para os parâmetros IAF e altura das plantas em todas as épocas estudadas. Tanto para IAF quanto para altura das plantas, observou-se que nos tratamentos onde foi utilizado água residuária não diferiram significativamente entre eles, mas diferiram em relação ao tratamento que irrigado com água potável de abastecimento (Tabela 2). Os tratamentos onde foram utilizadas águas residuárias apresentaram em média maior IAF e maior altura das plantas, sendo justificado pelo aporte de nutrientes presente mesma, quando comparada à água de abastecimento (A4). Os IAF médio obtidos nesse experimento foi muito elevado principalmente na época de 57 DAE, estes valores estão de acordo com os obtidos por Ungaro *et al.* (2000), que obtiveram observaram IAF variando de 1,83 a 3,77 e 2,39 a 3,91 com as cultivares Contisol 621 e VNIIMK respectivamente e superior ao obtido por Zobiole *et al.* (2010), 3,42. Segundo Merrien (1992) é necessária uma área mínima de 1,8 de 2,0 cm² de folhas para sustentar a produção de um aquênio.

Não observou-se diferença significativa entre os tratamentos onde foram utilizados águas residuárias tanto para IAF quanto para altura das plantas, indicando a possibilidade de utilização de qualquer um dos três tipos de tratamentos, quando objetivo for utiliza-lo para irrigação.

O alto coeficiente de variação observado pode ser justificado pelo fato do experimento ter acontecido a nível de campo. Observamos também uma tendência de diminuição deste índice, principalmente para altura de plantas, à medida que foi aumentando o número de DAE, isso pode ser explicado em parte pelo sombreamento de algumas plantas sobre as outras.

Tabela 2. Valores médios de índice de área foliar (IAF) e altura das plantas, obtidos aos 29, 43 , 57,71 e 85 dias após a emergência (DAE) das plantas de girassol sob diferentes tipos de água de irrigação.

| DAE | Tratamentos | IAF (m ² m ⁻²) | CV | Altura (cm) | CV |
|-----|-------------|---------------------------------------|-------|-------------|-------|
| 29 | A2 | 1,01 a | 42,4 | 27,52 a | 26,93 |
| | A1 | 0,81 a | | 24,60 a | |
| | A3 | 0,76 a | | 23,74 a b | |
| | A4 | 0,27 b | | 15,21 b | |
| 43 | A1 | 3,03 a | 30,03 | 89,19 a | 24,27 |
| | A3 | 3,01 a | | 94,66 a | |
| | A2 | 2,84 a | | 98,42 a | |
| | A4 | 1,24 b | | 54,71 b | |
| 57 | A3 | 3,81 a | 24,43 | 126,52 a | 9,94 |
| | A1 | 3,73 a | | 116 a | |
| | A2 | 3,62 a | | 122,29 a | |
| | A4 | 1,78 b | | 96,17 b | |
| 71 | A2 | 3,54 a | 26,01 | 121,50 a | 9,17 |
| | A1 | 3,39a | | 116,87 a | |
| | A3 | 3,18 a | | 126,35 a | |
| | A4 | 1,55 b | | 96,96 b | |
| 85 | A2 | 3,41 a | 28,38 | 122,71 a | 9,01 |
| | A1 | 3,25 a | | 118,25 a | |
| | A3 | 3,07 a | | 126,25 a | |
| | A4 | 1,51 b | | 91,79 b | |

Para cada época, média com mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observamos na Figura 1a, que desde 29 DAE, os tratamentos com água residuária apresentaram em média IAF, semelhantes e superior ao IAF obtido pelo tratamento com água de abastecimento. Enquanto que na Figura 1b, observou-se o IAF médio do tratamento com a lâmina L2 passou a diferenciar em relação ao L1, aos 43 DAE mesmo que a diferenciação das lâminas tenha ocorrido aos 22 DAE.

Não foi observado efeito significativo para o fator lâmina de irrigação bem como da interação, indicando independência entre os mesmos. O não efeito da lâmina pode ser consequência do baixo número de níveis (apenas 2), para este fator já que na Figura 1b observamos uma tendência de menor IAF onde foi utilizado a lâmina 2. Nobre *et al.* (2010) trabalhando em ambiente protegido, com 5 níveis de reposição de água com a variedade Embrapa 122/V-2000, observou efeito significativo das lâminas de irrigação na altura da planta.

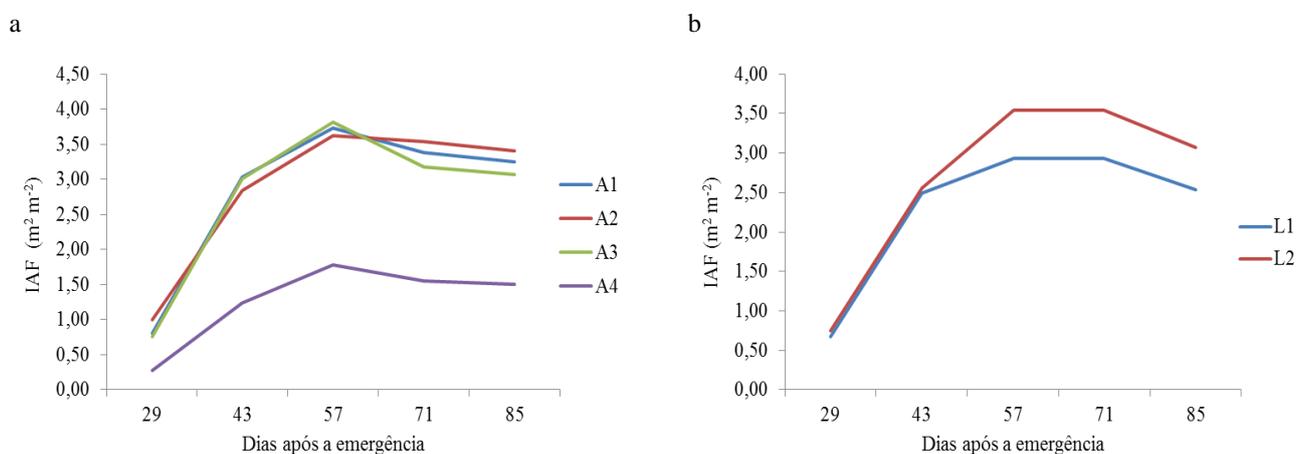


Figura 1 - Índice de área foliar do girassol híbrido Hélio 250 aos 29, 43, 57, 71 e 85 DAE (a) sob diferentes tratamentos para água residuária de uso doméstico, (b) sob duas lâminas de irrigação, L1- 100% da Etc e L2- 115% da Etc

Observamos na Figura 2a, que a altura das plantas dos tratamentos com água residuária apresentaram em média superiores ao tratamento obtido com água de abastecimento, desde 29 DAE, confirmando a importância da aplicação dos nutrientes via água de irrigação em todas as fases da cultura. Já na Figura 2b, observamos que em todas as épocas de avaliação as duas lâminas de irrigação apresentaram alturas semelhantes.

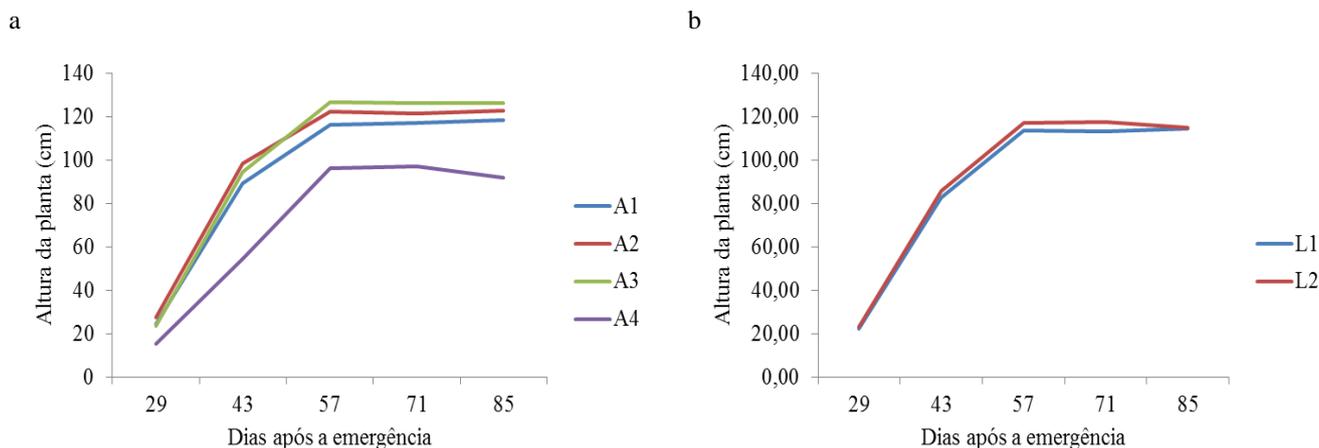


Figura 2 - Altura das plantas do girassol híbrido Hélio 250 aos 29, 43, 57, 71 e 85 DAE (a) sob diferentes tratamentos para água residuária de uso doméstico, (b) sob duas lâminas de irrigação, L1 - 100% da Etc e L2 - 115% da Etc.

]

Aplicando análise de variância observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) do fator água na produção do girassol (Tabela 3) e a partir do teste de Tukey observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos A2 ($3632,66 \text{ kg ha}^{-1}$) e A4 ($2174,16 \text{ kg ha}^{-1}$), e quanto ao fator lâminas de irrigação não observou-se efeito significativo.

Tabela 3. Resumo da análises de variância, da produtividade de grãos do girassol em função dos tratamentos. Ibirimir, PE.

| Fonte de variação | GL | Quadrado médio |
|-------------------|----|---------------------------|
| Águas | 3 | 3297371,17* |
| Lâminas | 1 | 294658,64 ^{n.s.} |
| Água x Lâmina | 3 | 869932,3 ^{n.s.} |
| Resíduo | 21 | 888794,13 |
| CV | | 30,31 |

| Teste de Tukey | |
|----------------|-------------------------------|
| Tratamentos | Prod. (kg ha^{-1}) |
| A 2 | 3632,99 a |
| A 3 | 3337,89 ab |
| A 1 | 3297,82 ab |
| A 4 | 2174,16 a |
| L 1 | 3206,67 a |
| L 2 | 3014,75 a |

Significativo a 0,05(*) de probabilidade (n.s.) não significativo

Em média a produtividade da área foi boa (3.110,71 kg ha⁻¹), utilizando água residuária observou-se uma produtividade média de 3.422,9 kg ha⁻¹, e com a água potável de abastecimento a produtividade média baixou para 2174,16 kg ha⁻¹, mesmo sendo baixa, ainda foi superior à produtividade 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.

CONCLUSÕES

O girassol irrigado com água residuária apresentou maior índice de área foliar, maior altura também maior produtividade.

A produção de girassol com água de abastecimento requer suplementação com fertilizantes, para se obtenha a mesma produtividade que os tratamentos onde se utiliza água residuária.

Não observou-se efeito da lâmina de irrigação, como também da interação entre o dois fatores estudados.

A aplicação da lâmina de 100% da Etc foi suficiente para atender a necessidade hídrica da cultura.

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.

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements: FAO (56), Irrigation and Drainage Paper. . Rome, 300 p.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; TRUBER, P. V.; CERENZINI, P.; MILANI, K. L.; SCHERER, A.; HONDA, C.; LEITE, L. G.; 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.

BERNARDI, C. C. (2003). *Reuso de água para irrigação*. Brasília: ISAE-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada).

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. *Agricultural Water Management*, v.68, n.2, p.135-149, 2004.

FILHO, M. L.; PEREIRA, M.G.; SILVA, D. A.; NETO, C. O. A.; MELO, H. N. S.; SILVA, G. B. Águas residuárias – Alternativa de reuso na Cultura de girassol (*Helianthus annuus*). VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória. ES, 2002.

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

HESPANHOL, I. (2003). *Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos*. Bahia análise e dados. v.13, n. especial, pp. 411 - 437.

LOPES, P. V. L.; MARTINS, M. C.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de.; CARVALHO, C. G. P. de. (2009). *Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 4p. Comunicado Técnico, 208.

LUBELLO, C.; GORI, R.; NICESE, F. P.; FERRINI, F. (2004). *Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation*. *Water Research*, v.38, pp. 2939 - 2947.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. P. L.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. (2009). “*Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol*”. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, pp. 1356 - 1361.

MERRIEN, A. *Physiologie du tournesol*. Paris:CETOM, 1992. 66 p.

METCALF & EDDY. Inc. *Wastewater engineering treatment disposal reuse*. 3.ed. NewYork: McGraw - Hill Book, 1991. 1334p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L.O. NASCIMENTO, E, C. S. (2010). Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.7, p.747–754, 2010.

OLIVEIRA, I. R. de; CARVALHO, H. W. L. de; CARVALHO, C. G. P. de; LIRA, M. A.; FERREIRA, F. M. de B.; TABOSA, J. N.; MACEDO, J. G. G. de; FEITOSA, L. F.; RODRIGUES, C. S.; MELO, K. E. de O.; MENEZES, A. F.; SANTOS, M. L. dos. Avaliação de cultivares de girassol em municípios dos estados da Bahia, Alagoas, Sergipe e Rio Grande do Norte: ensaios realizados no ano agrícola de 2008. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 6 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 105).

PEKSEN, E. (2007). *Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (Vicia faba L.)* Scientia Horticulturae, v.113, pp. 322 – 328.

Pescod, M. B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. FAO, Irrigation and Drainage Paper, No. 47, 118 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

UNGARO, M. R.; NOGUEIRA, S. S.; NAGAI, V. (2000) “*Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo*”. Bragantia, Campinas, 59(2), pp. 205 - 211.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. de O.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. de; MOREIRA, A. (2010). “*Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido BRS 191 cultivado no estado do Paraná.*” Rev. Bras. ol. fibros., Campina Grande, v.14, n.2, pp. 55 - 62.